



E/CONF.39/A/217

31 Oct.1962

ORIGINAL : ESPANOL

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

Punto del programa : A.1.1

Chile

APLICACION DE LOS METODOS CARTOGRAFICOS,
TOPOGRAFICOS Y DE FOTOINTERPRETACION
EN LAS ZONAS MENOS DESARROLLADAS DE CHILE

Por Alejandro FOLCH PETIT, Coronel,
Director del Instituto
Geográfico Militar

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Véanse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Únicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidas por la Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

APLICACION DE LOS METODOS CARTOGRAFICOS, TOPOGRAFICOS
Y DE FOTOINTERPRETACION EN LAS ZONAS MENOS DESARROLLADAS DE
CHILE

por

Alejandro Folch Petit, Coronel, Director
del Instituto Geográfico Militar

TEXTO

1.- INTRODUCCION

a) El territorio chileno ubicado entre el paralelo 17°30' latitud Sur y el Polo Sur, tiene la forma de una larga y angosta faja de tierra, con un ancho medio de 150 Km. Su topografía es caprichosa, con una alta cordillera en toda su extensión, una meseta casi plana en su parte central y costas abruptas y desmembradas. Los extremos norte y austral del país que guardan valiosas reservas minerales y forestales y que por sus condiciones climáticas son las menos desarrolladas, han requerido preferentemente de una representación cartográfica fundamental, para planificar su desenvolvimiento y progreso económico futuro.

Se dió comienzo al programa, en forma regular, con los trabajos geodésicos del país en 1947, procediéndose a la señalización y medición de una cadena de cuadriláteros de 1° y 2° orden, que corre de norte a sur por la parte central del territorio. La triangulación se cerró -por inadaptación al relieve y clima riguroso, de los métodos clásicos de trabajo- con una base medida con geodímetro, en el Canal de Moraleda, entre las islas Cuptana y Calquemán a los 44°40' de latitud sur. La nivelación geométrica, vinculada a mareógrafos, se midió totalmente desde el paralelo 17°30' hasta el 41°30', a lo largo del camino longitudinal.

2.- EJECUCION DEL TRABAJO EN LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE LOS PARALELOS
17°30' Y 31°00' DE LATITUD SUR

En los meses de octubre a enero de 1954-55 por acuerdo entre el Army Map y el Gobierno de Chile, se ejecutó un vuelo fotogramétrico del sector señalado con las siguientes características: Altura de vuelo 10.000 metros sobre el nivel del mar, Cámara Fairchild F 152 mm. en fajas de norte a sur. De acuerdo con las Directivas y planes de trabajo se haría un levantamiento regular a escala 1:50.000 con curvas de nivel cada 50 metros. Para la planificación del trabajo se usó las designaciones de las Secciones Geodésicas en que se dividió el país, correspondiendo al Sector las Secciones A (17°30' a 21°), Sección B (21° a 25°), Sección C (25° a 28°) Sección D (28° a 31°) del territorio nacional.

a) Ejecución del trabajo.

1) Los trabajos previos de gabinete consistieron en la preparación de los siguientes documentos:

Plan de Apoyo Terrestre: Es el conjunto de los antecedentes geodésicos (coordenadas planas UTM y alturas de todos los vértices) de la Sección, que permitirán la determinación de los puntos de apoyo en los modelos seleccionados para servir de base de llegada o partida de las fajas por aerotriangular. Se agrega también las copias fotográficas de los modelos seleccionados.

Plan de Aerotriangulaciones: Corresponde al estudio de las fajas por aerotriangular condicionado al sistema adoptado por el Instituto Geográfico Militar para este trabajo, que consiste en aerotriangular fajas de 15 a 20 modelos, con una base de partida y de llegada de cuatro a cinco puntos estereoscópicos con sus coordenadas planas y altura vinculada a la triangulación geodésica. Se aerotriangulan las fajas una por medio, apoyando las intermedias en puntos creados por la aerotriangulación de las vecinas. La selección de las bases depende de la distribución de las fajas de vuelo, disposición de la red geodésica y la accesibilidad de los modelos por apoyar.

Plan de Reconocimiento y Clasificación: Comprende la preparación de las ampliaciones fotográficas 2,5 veces al original, organizadas por hojas de 15 por 15 minutos para efectuar en ellas el reconocimiento de todos los accidentes topográficos que es necesario identificar en la fotografía con el fin de obtener una fiel representación en la restitución y además hacer la clasificación del terreno en los aspectos principales de la representación cartográfica. Se dió a este trabajo gran importancia, aumentándose cada vez por las modificaciones del detalle fotografiado.

ii) Los trabajos de apoyo expuestos en el plan respectivo, son ejecutados por una brigada de Apoyo Terrestre cuya Jefatura está formada por un Ingeniero Geógrafo, un calculista y un administrativo y de cuatro a seis Comisiones de Apoyo organizadas cada una por un operador, un registrador, un chofer y dos auxiliares. Cada Comisión está premunida de todos los elementos de medición y también del equipo y vestuario necesario para su operación en el campo en forma independiente en todos los aspectos técnicos y logísticos. El Jefe de la Brigada establece el orden y determina el trabajo a cada una de las comisiones quienes identifican los puntos de apoyo en los modelos proyectados, los señalan y miden. Debe destacarse que las altitudes obtenidas por nivelación trigonométrica, se enlazaron dentro de lo posible, como un control con las líneas de Nivelación de Precisión. Los resultados se calculan en la Brigada y luego son enviados a la oficina en Santiago para su revisión y aprobación.

El rendimiento promedio en las cuatro Secciones, para todas las clases de terreno, climas y problemas técnicos de apoyo es de 15 días corridos por grupo medido.

iii) Los trabajos de Reconocimiento y Clasificación, se ejecutan cumpliendo el plan respectivo por una brigada organizada por una Jefatura (Ingeniero Geógrafo y Administrativo) y cuatro a seis comisiones de Reconocimiento con un Operador Reconocedor y un chofer. Cada comisión trabaja un sector de 15 x 15 y cuenta con todos los elementos técnicos y logísticos para su instalación y ejecución del trabajo. Como promedio general se emplean 10 días corridos por unidad de 15x15.

iv) Revisados los cálculos del terreno de cada grupo de puntos de apoyo medidos, se elabora el Plan de Aerotriangulación, en el instrumental de restitución fotogramétrico de primer orden, Estereocartógrafo M.IV Galileo Santoni.

En las aerotriangulaciones se adoptó el sistema de acoplamiento libre de los modelos, registrándose las coordenadas instrumentales de los puntos de apoyo y de traspaso y los que servirán de amarra a las fajas laterales, elaborándose las monografías y la señalización correspondiente en los fotogramas. Como control se dibuja un gráfico en diryte de todos los puntos. Con los valores de las coordenadas instrumentales y topográficas de las bases de apoyo de salida y llegada, se calcula la compensación por el método analítico de Van der Weele. Se ha establecido para este sector del levantamiento, el rendimiento promedio de 2 horas por modelo aerotriangulado y cuatro horas por modelo compensado.

v) Terminadas las aerotriangulaciones, cada modelo individual queda apoyado con seis puntos estereoscópicos perfectamente determinados en los fotogramas, luego se hace la restitución modelo a modelo a escala 1:50.000 con curvas de nivel cada 50 metros, complementadas con las fotografías ampliadas del reconocimiento y clasificación del terreno. Para esta etapa se prepara una hoja en papel con alma de aluminio que lleva la cuadrícula UTM cada 10 cms. y pinchados todos los trigonométricos del sector. Esta constituye la unidad de trabajo de la Sección Restitución y es entregada a los operadores que dibujan el detalle a lápiz con un rendimiento promedio de 120 horas por hoja.

vi) Terminada la restitución, cada unidad, 15x15 minutos con sus calces, pasa a ser revisada y una vez aprobada se le agrega un transparente superpuesto con los topónimos de la hoja, un gráfico esquemático con la red de comunicaciones y un gráfico de vegetación, los que se obtienen del reconocimiento y clasificación del terreno y sirven para facilitar los trabajos de impresión que es ejecutado por personal que no tiene especialización topográfica.

vii) Previa revisión total de la hoja con todos sus antecedentes por el Departamento de Cálculos, Control y Archivo, éstos pasan al proceso de preparación para la impresión en el que básicamente, se emplea el procedimiento Scribing, obteniendo un negativo fotográfico directamente del lápiz a través de éste, los positivos en Stabilene, para el trazado en los diferentes colores en que se imprimirá la carta.

viii) Costos, Rendimientos Unitarios y Totales.- Sector Norte del Levantamiento

Apoyo terrestre	985 Ptos. fijados	4 días	c/u.E°	60 c/u.E°	59.100
Recon. y Clas.	277 Hojas	10 "	c/u.E°	80 c/u.E°	21.160
Aerotriang.	2.355 Modelos	6 horas	c/u.E°	12 c/u.E°	29.260
Restitución	236 Hojas	120 horas	c/u.E°	240 c/u.E°	56.640
Revis. y Graf.	236 Hojas	30 horas	c/u.E°	60 c/u.E°	14.160
Impresión	92 Hojas	400 horas	c/u.E°	800 c/u.E°	73.600
Costo aproximado total del levantamiento				E°	253.920

Total Km². del levantamiento son 170.500 Km², lo que da un costo de E° 1,489 por Km².

3.- EJECUCION DEL TRABAJO DE APOYO BASICO GEODESICO, CON FINES AEROFOTOGRAFI-
COS, ENTRE LOS PARALELOS 50°35' Y 54°30' DE LATITUD SUR

a) Proyecto.

Esta zona por su alto interés petrolífero y de proyecciones económicas para el futuro, impulsó al Instituto Geográfico Militar para proyectar en ella un sistema de referencias geodésicas con fines de complementar el Datum Sudamericano y apoyar un levantamiento aerofotogramétrico posterior.

i) El estudio se hizo comparando las posibilidades del método clásico por triangulación y el de medición electrónica de distancias. Diferentes factores, entre los que cabe destacar: la urgencia, las dificultades camineras, las rápidas variaciones meteorológicas y el compromiso de una amplia colaboración material, por parte del Inter American Geodetic Survey, consistente fundamentalmente en una disponibilidad de helicópteros, condujeron a decidirse por el empleo de telurometros.

Un resumen del resultado del planeamiento de los trabajos, es el siguiente:

- Se cubriría la zona con un sistema de poligonales telurométricas, las que a su vez conformarían algunos polígonos para su mejor control;
- La ubicación y orientación del sistema se fundaría, mientras no se contare con una vinculación al Datum Sudamericano, en una estación astronómica fundamental;
- Con el objeto de extremar el control horizontal, teniendo presente eventuales influencias de la refracción lateral, se dispuso distribuir, aproximadamente cada cinco lados, estaciones Laplace;
- Con el fin de obtener algunos antecedentes mínimos sobre el comportamiento de la desviación de la vertical, se planearon distribuir no menos de dos estacionamientos astronómicos completos (latitud, longitud y azimut);

ii) En consideración a los fines primordiales y futuros del trabajo, se proyectó la realización de una nivelación geométrica de 1er. orden, la que, siguiendo las rutas disponibles, se separaba un mínimo de los trayectos de las poligonales telurométricas;

iii) El Datum Altimétrico, estaría constituido principalmente por el N.M.M. en el mareógrafo de Punta Arenas, complementado por el correspondiente a un mareógrafo instalado en Tierra del Fuego específicamente para el objeto, es decir por dos referencias situadas en ambas costas del Estrecho de Magallanes. Se contaba para este trabajo con la valiosa cooperación del Departamento de Navegación e Hidrografía de la Armada y del Inter American Geodetic Survey;

iv) Finalmente cabe destacar el planeamiento del control sobre el equipo de telurometría a utilizar, tanto antes como después de cada temporada de trabajo. Ellos deberían realizarse sobre algunas bases geodésicas de la cadena principal de triangulación del país.

Las disposiciones técnicas dadas para el trabajo telurométrico fueron:

- Se reiteraría en no menos de doce frecuencias;
- Cada ángulo de la poligonal se reiteraría en dieciseis posiciones del círculo y en primera y segunda, posición del anteojo;
- Las observaciones baro y sicrométricas se ejecutarían al principio, medio y fin de cada serie telurométrica;
- Como límite de rechazo para una reiteración en frecuencia, se estableció el de 6 milimicrosegundos;
- Límite de un lado poligonal: 60 kilómetros;
- Longitud deseable para un lado de la poligonal: 40 kms.

Se esperaba bajo estas especificaciones obtener un cierre relativo en posición no superior a 1:50 000.

La rutina de la observación se proyectó de manera de ejecutar continuada y sistemáticamente las observaciones telurométricas seguidas de las angulares que serían nocturnas. A base de la disponibilidad de tres telurómetros modelo TRA-2, se estimó un rendimiento de igual número de estaciones por jornada.

b) Realización del Proyecto.

Lo expuesto en esta monografía corresponde a lo ejecutado durante el primer semestre de 1961, y que sólo cubrió al sector septentrional de la Isla Grande de Tierra del Fuego, rebasando el Estrecho de Magallanes.

El proyecto total cubre una zona entre los paralelos 51° y 54° latitud Sur.

El reconocimiento de la poligonal telurométrica se ejecutó tanto por tierra como por helicópteros. Estos aparatos destacaron la versatilidad en la labor en referencia, facilitando el alcance de vértices situados en sectores intransitables por bosques impenetrables y terrenos pantanosos.

De la experiencia recogida en la labor del reconocimiento, con fines a la telurometría, es conveniente decir que ella debe ser realizada por un personal especializado, tanto más si ésta no se ejecuta con el instrumento, pues se corre el riesgo, debido a ciertas peculiaridades instrumentales, de incurrir en fallas que no siempre son oportunamente subsanables. Un hecho de este tipo condujo a la necesidad de tener que salvar Bahía Inútil mediante cuadriláteros observado trigonométricamente, a la manera clásica.

- La observación. Diferentes circunstancias alteraron la realización del proyecto original, entre ellas la eliminación de uno de los helicópteros debido a una falla mecánica. Para obviar este inconveniente se dispuso separar la medición telurométrica, como un medio de explotar al máximo el único helicóptero disponible en la primera de las labores nombradas.

Entre las experiencias obtenidas en esta etapa se destacan las siguientes:

- Para subsanar la dificultad encontrada para salvar Bahía Inútil, excesivo "swing" sobre el lado originalmente reconocido "Puerto Nuevo" - "Puesto del Medio", así como sobre el elegido para su reemplazo: "Puesto del Medio" - "Discordia", hubo necesidad de reconocer hacia el Oeste de Puesto del Medio, un nuevo vértice - "Cameron" - que con "Puesto del Medio" conformó una base medida telurométricamente, para un cuadrilátero que fué observado en la forma clásica.

- El método telurométrico fué usado sin mayor dificultad para atravesar el Estrecho de Magallanes con el lado "Cerro Lynch" - "Laguna Verde", pese al espejo de aguas.

Se cree que estos comportamientos tan particulares abogan en favor de un reconocimiento previo efectuado con el telurómetro mismo.

- Cálculo de las observaciones. Esta etapa sólo ha sido realizada hasta la fecha en forma preliminar como una manera de establecer en forma aproximada la satisfacción de las especificaciones. El procedimiento seguido fué el de una compensación angular, con base en los cierres de los polígonos de una compensación lineal, de las discrepancias en posiciones UTM.

- Resultados del trabajo.

Error medio angular $\pm 1''$,68.

Error medio relativo en posición 1:340.000.

4.- OBTENCION DE UN POSITIVO STABILENE A PARTIR DEL MANUSCRITO A LAPIZ DE LA RESTITUCION DEL Trazado EL DIBUJO A TINTA

a) El proceso de restitución para el levantamiento regular 1:50.000 comprende el trazado a lápiz de la planimetría y altimetría sobre una hoja de 15x15 minutos en papel con alma de aluminio. El uso de este material ha dado excelentes resultados en los procesos de preparación de la hoja, restitución y revisión, por su excelente calidad para el trazado, mantención de sus dimensiones sin deformaciones.

b) Como norma para el mantenimiento del original de restitución en el archivo y facilitar el proceso de impresión se repasaba el trazado original en tinta china. Con este procedimiento se conservaba un original que permitía en cualquier momento obtener de él negativos y positivos con una pérdida casi nula de detalles por efecto del roce y el uso a que es sometido. Este proceso obligaba a mantener un equipo de dibujantes en tinta de gran capacidad y formación técnica muy elevada. El rendimiento de una hoja en 60 días no estaba de acuerdo con la urgencia de las publicaciones del levantamiento.

c) Con la adopción del método de separación de colores del Scribing, se evidenció la necesidad de acelerar el proceso planteándose el problema básico de la obtención del negativo del original de restitución con la mayor rapidez y un mínimo de costo.

En el estudio de este problema se efectuó experiencias con la restitución directa sobre Stablene (papel trazado) encontrándose dificultades en la preparación de los operadores de restitución para el trazado con estilete y especialmente en planimetría. Los rendimientos disminuyeron en un 80% y se evidenció que no se podría controlar los trabajos posteriores por la falta de un original.

Se efectuaron experiencias de restitución sobre plásticos indeformables transparentes que permiten la obtención de un negativo fotográfico por contacto, en este aspecto el costo del material impidió una aplicación práctica, quedando pendiente esta solución hasta lograr una expedita obtención del material necesario.

d) Producto de estas experiencias fué adoptar el procedimiento de repasar el trazado del original a lápiz de modo de conseguir el contraste necesario para obtener un negativo fotográfico apto para el proceso de separación de colores.

Mediante este método se obtuvo una economía de tiempo de 240 horas a 60 horas de trabajo. Ha quedado pendiente la mantención del original a lápiz; se busca una solución adecuada para fijar el trazado del lápiz que permita resguardarlo del intenso uso que tiene los diferentes controles y actualizaciones. En la solución indicada debe destacarse que el detalle más importante que obliga al retoque del original, es la existencia en el Instituto Geográfico Militar de una máquina fotográfica muy antigua, con un sistema inadecuado de iluminación que exige un dibujo muy contrastado en la obtención de un negativo útil.

5.- METODO DE REDUCCION CARTOGRAFICA MEDIANTE EL PROCESO DE COMPOSICION "ASSEMBLAGE"

a) Problema de la publicación de la carta a escala 1:100.000 por reducción de los originales de restitución a escala 1:50.000.

El Instituto Geográfico Militar, desde que iniciara el proceso de levantamiento de la Carta Regular del país por medio del empleo de la fotografía aérea, ha adoptado la escala 1:50.000 para la elaboración de los originales de restitución. Por la poca densidad de población y carácter desértico de la zona norte, se estimó como escala adecuada de publicación en esta zona 1:100.000 y fué necesario, adoptar un método para reducir la Carta 1:100.000 aprovechando para ello los originales de la restitución a escala 1:50.000.

b) Solución dada a este problema

Los 4 originales de restitución, componentes de una hoja 1:100.000, fueron dibujados a tinta.

Por transparencia, estas hojas se calcaron a tinta china sobre un papel diryte donde finalmente se obtuvo el conjunto de las cuatro hojas. Previendo la reducción a escala, los Signos Convencionales y los tipos de linotipia se ampliaron proporcionalmente. El tiempo empleado en este trabajo, a partir de la etapa del dibujo a tinta de los originales y hasta el término del dibujo sobre diryte, se calcula en 1.174 horas.

Con excepción del excesivo número de horas a que se hace referencia, hay que considerar como factor negativo las deformaciones sufridas por el diryte debido a la influencia de los cambios de temperatura.

Luego de obtener el dibujo sobre diryte se hacía la reducción a escala 1:100.000.

c) Aplicación de un nuevo sistema en la producción nacional

La necesidad de reducir los planos en los diferentes procesos a que se ha hecho referencia y la de obviar los problemas derivados del material empleado, obligaron a la búsqueda de un procedimiento más expedito para llegar al objetivo propuesto.

La concurrencia de un Oficial Ingeniero Geógrafo como becado en el Instituto Geográfico Nacional de Francia, permitió conocer un procedimiento por medio del cual era posible acelerar notoriamente la elaboración de la Carta.

En dicho país se obtenía la Carta 1:50.000 partiendo de la de 1:25.000 y pasando por la formación de un panel intermedio a la escala 1:33.000, con excelentes resultados.

Se inicia el proceso con el retoque a lápiz de los originales de restitución que evita el dibujo a tinta, lográndose una economía de tiempo en la proporción de 1 a 5. De este original se obtiene un negativo a una escala intermedia de 1:75.000 de donde se saca un positivo en papel fotostático. Paralelamente se dibuja, sobre una plantilla con alma de aluminio, el cánvas de la unidad 1:100.000, pero a la escala 1:75.000.

Obtenida la plantilla con el cánvas y las copias fotostáticas a la misma escala de las 4 hojas componentes de la hoja 1:100.000 en formación, se pegan las copias fotostáticas sobre plantilla formando un panel.

Mediante este procedimiento, las deformaciones de cualquier índole que hayan podido experimentar los papeles fotográficos, son corregidos conservándose la precisión de los trabajos.

Del papel se obtiene un "negativo base" reducido a la escala 1:100.000

que servirá para iniciar el trazado en plástico.

d) Beneficios que reporta el sistema.

La economía de tiempo que se logra con la aplicación del nuevo método es evidente si se comparan los plazos empleados en cada una de las fases de los métodos antiguo y nuevo.

En el cuadro comparativo que sigue se da cuenta de estas diferencias. Los tiempos señalados son los promedios.

Sistema del diryte

- i) Dibujo a tinta de un original 1:50.000 326 Hrs.
- ii) Dibujo de las 4 hojas 1:50.000 a tinta china sobre diryte (símbolos ampliados) 400 Hrs.

Sistema de Assemblage

- i) Retoque a lápiz de un original 1:50.000 60 Hrs.
- ii) Trazado del cánvas sobre plantilla alma de aluminio; dibujo a tinta de dicho cánvas; negativos y positivos de los originales en papel Agfastat; cuadrícula a tinta sobre positivos agfastat, perforaciones y pegado a la plantilla 49 Hrs.

1507 S - Nov, 1962 - 600



E/CONF.39/A/218

31 Oct.1962

ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.5.1

Austria

MINERAL RESOURCES, THEIR DEVELOPMENT,
TREATMENT AND CONSEQUENCES

By Walter J. SCHMIDT,
D. Phil., D. Habil.

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.
2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.
3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.
4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

Mineral Resources, their Development, their Treatment and Consequences.

by Walter J. Schmidt, D.phil., D.habil.

1. PREMISES.

1. Classification of mineral resources according to use and occurrence 1).

The position of individual deposits in this system depends:

- on their principal nature,
- on the relation to similar deposits and stand of knowledge of such,
- on the status of production methods,
- on the application possibilities for the products.

At different times different positions might be accorded to the same deposit and not in all instances can dividing lines be drawn sharply.

111. General worldwide use.

1111. Abundant occurrence.

Example: iron.

1112. Sporadic occurrence.

Example: copper.

112. Sporadic worldwide use.

1121. Abundant occurrence.

Example: Uranium.

1122. Sporadic occurrence.

Example: asbestos.

113. Only local use.

1131. Abundant occurrence.

Example: loam.

1132. Sporadic occurrence.

Example: dolomite.

12. Classification of mineral resources according to size of operation and value of products.

Also here no sharp boundary can be drawn, but the aim of the division is to show the difference in possibilities for a given deposit.

121. Manageable by individuals.

Scope of operations and value of products can be overseen and managed by an individual (not to be confused with ownership).

122. Manageable only as joint enterprise.

1221. Private ownership.

1222. Public ownership.

Public (national, state, government) ownership (in any form and extent) should be exercised only as exception.

In order to start or maintain the exploitation of certain mineral deposits it might be unavoidable that public institutions are used, as this might, though benefiting the public, under no circumstances at the time bring possibly any benefits to an individual enterprise and thus might not be undertaken at all otherwise.

Public influences, however, should never be exercised in order to take away a bigger share of the profits of a flourishing enterprise or industry than is general in this sector of the economy.

The form of ownership should be flexible and only dependant on the given situation. The question of private or public ownership should not become a dividing line along political convictions. No difference in the treatment of private and public ownership should be adopted.

13. Cross correlation of first and second classification, possibilities and consequences.

Any mineral deposit has to be investigated as to its position in the above outlined system. Already the exploration for such a deposit and later on the manner of ~~its~~ exploitation will depend on the recognition of its proper place, i.e. its given possibilities at the time. A wrong placement will cause wrong decisions and consequently damage the value of the deposit, possibly even prevent its utilisation completely. Some examples:

Copper deposits, in category 1112/122, have to face a worldwide competition. There is no sense in developing a small, high cost project for the world market. It might be worthwhile, however, if this deposit could fit into category 1132/122, i.e. if a local industry can make use of it and local conditions, though not allowing a general competition on the world market, by virtue of transport advantages, assurances of prompt and continuous supply or consideration of special wishes of the user, can provide a competitive basis in a specially given local market. This should not lead to the extreme of protecting a local noncompetitive production by customs, import restrictions or enforced acceptance.

Deposits of loam for simple brick production belong to category 1131/121. The costs for this raw material have to be almost nil. It does not tolerate any significant development or transportation expenses. Large scale investments in this field would be quite wrong, though technical advice provided to local interests could show valuable results.

Uranium can be found nearly everywhere. Its production at a given place depends solely on the demand and whether one is willing to pay the price. Hardly ever will there be any shortage. Therefore, this material, in category 1121/122, should be produced only if occurring under very favourable conditions. Current developments show that no protection can be counted on.

2. MEASURES.

One has to consider that measures with ~~xxxx~~ regard to mineral resources in many cases have irrevocable consequences and also that investments (efforts of any nature) in the development of mineral resources take considerable time to show any results. Decisions therefore have a far stronger effect than in most other sectors of the economy.

Possibilities to influence the development of mineral resources can be exercised:

by the community ~~owning~~ ^{near} the deposit, ~~in located,~~

by other communities (normally the ones using or, also using the products),

by not directly interested international institutions,

by private enterprises.

With full intent the loose term "community" is used here and throughout this article. This is to indicate that various forms of public interest are present and involved. Specific terms like "state", ~~national~~ "nation",

"country", "government" are too restricted and open to changes, in their interpretation as well as in reality.

~~21. Measures by the community owning the deposit~~
~~Most important influence, predominant interest.~~

~~21.1. Measures by the community with mining~~
21. Measures by the community ~~where the~~
~~deposit is located.~~

Most important influence, predominant interest.

21.1. Provision of basis with mining legislation 2).

The basic mining legislation has to regulate the ownership of the mineral resources and the use made of them by the community and individuals.

21.1.1. Ownership.

21.1.1.1. Discovery rights.

21.1.1.2. Landowner rights.

21.1.1.3. Public rights.

Each of these should be used and ~~may~~ adopted to suit the specific situation. The discovery rights with the ensuing compensation for exploration efforts will further exploration efforts. Landowner rights sometimes will tend to ~~aid~~ back exploration and exploitation, but in many cases are so deeply entrenched in public feeling that their complete disregard will not be advisable. Public rights (community ownership) leaves a wide field of interpretation and does not necessarily mean that all individual rights have to be superseded. ~~xxxxxxx~~ Often a combination will be the most suitable, fitting the given situation at the time and also leaving way for further adaptations.

Under all circumstances the further promotion of exploration and production must be safeguarded. Discovery rights therefore, in one form or another, have to be protected and rewarded. Not necessarily, however, upheld at all costs, when it becomes evident that this would be detrimental to the further development of a deposit. Especially so when it turns out that this development is beyond the means (in any regard) of the discoverer. In this case the provision of an adequate reward should be aimed at and regarded as sufficient.

Public influences in any form should also never be such as finally to make the search for and the development of mineral resources appear senseless or right away impossible by individual activities. They should further this search and assure that adequate use is made of them. They should become ~~active~~ directly active only in such cases, where this - though being in the public interest - would not otherwise take place at all.

21.1.2. Taxes and royalties.

Enterprises engaged in the exploration and exploitation of mineral products cannot be treated taxwise equally to other industrial or mercantile enterprises, due to the nature of their operations. Their basis, the mineral deposit, is being depleted with the production and thus its value is becoming less and less the more it flourishes. In addition it is never possible to establish an accurate value of the enterprise, as the contents of mineral deposits and their value are predictable and comprehensible only to a certain degree and in addition are bound to change principally with further information on the extent and

nature of the deposit, with changes in technological possibilities and finally with changes in the use of the products. The accuracy varies with the type of commodity and no uniform rules can be applied. All this necessitates also further that a special risk factor in the production of mineral raw materials has to be taken into account. Whereas in most industrial and mercantile activities certain profitability calculations can be made, in the exploitation of mineral deposits this can be done only to a very limited extent. Therefore a compensation in some form must be present in order to attract the necessary investment (not to be taken as restricted to money), which otherwise could be turned to situations with more predictable outcomes. This refers specially to the exploration stage.

2113. Supervision.

Should be restricted to the protection of the actual public interest, with the interpretation of "proper use", "production obligation" and "conservation" not too narrow. Actually in almost all cases a coincidence of interests can be found. By the way, all these principles apply with no less importance to liberal economic systems as to dirigistic systems, where only the terms "public" and "private" have to be replaced by terms customary there, just for example "basic" and "consumer".

212. Direct encouragement of prospection and production.

2121. Provision of essential services for prospection.

Creation and maintenance of a Geological Survey and a Mining Institute, which have to provide basic information and advise. Their services should be free and with no conditions attached.

Basic provisions comprise topographic maps, geological maps, geophysical base maps. A minimum would be aerial photographs. The unfortunate trend to regard the latter as of utmost secrecy is ridiculous at a time when all interested powers already doubtless have a full coverage.

Services should comprise determination of mineral samples, assaying, provision of skilled manpower for first investigations of discoveries, production and marketing problems, training of personnel.

Geological Survey and Mining Institute should be one unit.

2122. Provision of essential suppositions for production.

Refers mainly to the provision of the economic infrastructure, i.e. provision or at least help in the provision of transport and communication facilities, power requirements, water supply etc., but also of a working administration, legal protection and finally training of manpower. This is specially important in the case of small and middle sized enterprises, which without such provisions usually could not be established at all. Large scale enterprises on the other hand might be sometimes in a position not only to take care of some of these requirements themselves, but even can make them available to the general public.

2123. Economic assistance.

21231. Direct financial measures.

Supplying of grants or loans at costs adapted to the situation. This should take place only during the initial phases of an enterprise, when it otherwise might not be established at all or during times of acute crises, these, however, not being caused

inherently by nature of the enterprise itself and also be only of principally short term nature.

21232. Protective measures.

Their necessity should be governed by the same considerations as above. They can be grouped loosely in measures to protect from competition and in such to promote the ~~xxxxxxx~~ preferential use of the products.

The first group consists of subsidies in various forms, tax allowances, export premiums, import restrictions, customs.

The second consists of provisions for the preferential acceptance of products, ranging from mere information of the public to enforcing such preferential acceptance.

2124. Psychological assistance.

Though mainly effective only for individuals, nevertheless this field should not be neglected. Special importance should be attached to it in areas, which do not - yet - have a fully developed mining industry and where accordingly the sense for mineral resources amongst the general public is not - yet - very well developed.

21241. Protection of ideas and performed work.

Measures should be complementary to the ones envisaged in a basic mining law protecting discovery rights. The problems connected with this range from the possibility of a simple denial of such rights to their worthlessness due to the impossibility of making use of an idea or a discovery on account of inadequate means available. Legal provisions regulating ownership rights of mineral deposits are not sufficient to tackle this problem. They must be supplemented by measures of friendly assistance and, where necessary, benevolent treatment by the public agencies concerned.

21242. Rewards for individual activities.

Not always is it possible in cases of a discovery or a new idea for the person concerned to retain full rights, already for technical reasons or the given basic situation, but also because the exercising of these rights might be beyond his means and any try to retain the rights completely might be finally detrimental not only to the public but also to the person concerned as well. For these cases provisions should be made for a machinery to secure a due reward, taking into account the value of the discovery or idea in relation to the value of the further development necessary. The best form for this will be the creation of some lasting relationship of primary and consequent rights. Thus a permanent participation of the original rights can be secured without, however, endangering the progress of the whole enterprise. Practical experience shows that an independent machinery to aid in finding such a solution is highly desirable, as otherwise the forces engaged are usually of too unequal attitude and size and progress in a given enterprise as well as in efforts to find new possibilities, both of which are also desirable by the public, might be curbed.

Very useful is already a simple scheme of monetary rewards for any sample of mineral raw materials brought in from places hitherto unknown, to be administered and judged by the local Geological Survey. Should a valuable mineral deposit actually be found at the spot, a further reward could be accorded the bringer of the sample. It is quite clear that in most cases the samples themselves will be worthless, but valuable clues can be obtained and the Geological Survey will obtain by this procedure a considerable number of very interested helpers, especially when the application of the rewards is handled not too strictly.

21243. Spread of information.

Should be in two forms.

Support for scientific investigations and publication of their results. Although in many cases no immediate cash value can be attributed to these efforts, sooner or later they will also be needed for practical purposes. Generous support will attract a greater number of scientific personnel and will result in more work being done than would be, when these matters are left to individual interests.

The second task should be the provision of information on matters of mineral resources for the general public, thus spreading some basic knowledge and at the same time rising interest. This should not only be done by means of easily understandable booklets on mineral raw materials, their recognition and the mode of their occurrence for the layman (so as to provide anybody with at least a crude tool to go prospecting himself or, if he encounters something unusual of at least recognising this as something unusual and providing him with some guidance what to do and where to get help - an education to be included principally also already in all school systems), but also by a permanent flow of information to the general press, thus keeping the public informed and interested in mineral resources. Regular publication of awards accorded or progress achieved or special possibilities and requirements will not only find interested readers, ~~in general~~, but will certainly also bring always some additions to the number of active prospectors.

22. Measures by other communities.

The interest of other communities in this connection should stem solely from their use of the mineral resources concerned. All measures should be guided by a blunt exchange of interests on a broad scale. Other considerations should be clearly marked as such and should not be hidden behind this basic mutual interest. Any other path sooner or later will lead to problems and to a deterioration in the relations of the two communities. Exploitation of special situations in whatever form, which is always possible from time to time, will also cause sooner or later difficulties and the short term advantages possibly gained will be outweighed by later disadvantages. There should always be a fair deal with no false pretenses and no false expectations. Political interests, which sometimes cannot be ignored, should be declared as such and especially so when economic measures are influenced by them or ensuing.

By all assistance rendered, it must be understood that the giving

side does so in order to reap benefits in one form or the other ~~for itself~~ sooner or later. A "gift attitude" of any of the two sides will necessarily poison the relationship and must never be allowed to develop.

221. Technical assistance.

Essentially short term nature and complementary to measures taken by the community concerned itself.

222. Economic assistance.

2221. Directly.

Grants or loans, which, however should be restricted to similar cases as outlined above.

Direct establishment of public enterprises within other communities is always bound to create problems and therefore not recommendable to any of the sides concerned.

2222. Indirectly.

Preferential treatment of the products or their protection from competition. These again should be taken only as short term measures during times of special strain as outlined above.

23. Measures by international institutions.

The greatest difficulty here is to exclude individual political or economic interests. Therefore it appears preferable to leave the principle of ~~xxx~~ entirely free services, because somebody in the end has to provide the necessary funds and sooner or later in one form or the other - and with good justification - will want to exercise an influence. In order to avoid this, the creation of advising organisations, asking modest charges and being desinterested otherwise, will be necessary. In extreme cases, losses can then be carried by modest profits achieved elsewhere. These organisations should not work in contrast to assistance rendered by individual enterprises or communities, but complement these efforts and especially so in fields, where these other parties are not interested or not in a position to be active. One absolute necessity, however, will be ~~the~~ ~~existence~~ that these international institutions must have a permanent staff. Only thus can they hope to attract the necessary high quality personnel and assure their independent judgement. Experts hired for specific tasks and for specific times only, cannot possibly exercise completely free judgement (even if they are ~~xxxxxxx~~ prepared to make themselves available, a fact in itself already improbable).

Details according to corresponding previous paragraphs.

231. Technical assistance.

232. Economic assistance.

~~2321. Directly.~~

~~2322. Indirectly.~~

24. Measures by private interests.

Similar to the measures by other communities, ~~however~~, more restricted to specific fields. ~~xxxxxxxxxxxx~~ Here again, and even more so, the mutual ~~xxxxxxxxxxxx~~ interests must be clear. Under all circumstances should they be restricted to the economic field. The community concerned also must realise that an incentive for such activities has to be present.

If the form of establishing an entire enterprise is chosen, this should lose as soon as possible - if it cannot be avoided from the beginning - its outside appearance and adapt itself as far as possible, and preferably completely, as a local enterprise (which not necessarily touches questions of ownership). No preferential treatment whatsoever should be asked for or expected on the mere account of coming from the outside. Though sometimes such preferential

treatment might even be offered in order to attract the establishment, which perhaps would not be achieved with local means, sooner or later problems will develop from this and cause in the end more disadvantages than the advantages gained in the first place.

Details according to corresponding previous paragraphs.

241. Technical assistance.

242. Economic assistance.

2421. Directly.

2422. Indirectly.

Payment conditions.

3. CONCLUSIONS.

The development of the mineral resources of a community depends:

on the presence of mineral resources,

on the demand for the mineral resources present,

on the measures taken for the exploration and exploitation of the mineral resources present.

The first factor can be influenced only indirectly, by making an effort to find out about the given possibilities. Also the second factor can be influenced only indirectly by exploring possibilities for the use of the available products and by adapting their production and preparation. Only the third factor depends entirely on the influences exercised by the community. The attitude of the community and their measures taken thus influence directly the development of the mineral resources and consequently ~~greatly~~ ^{the} the entire economy. The importance of this goes far beyond the basic industry. Mineral resources are specially sensitive to measures taken and effects tend to make themselves felt longer and stronger than in other industrial sectors. The approach of any community towards the development of their mineral resources therefore should never be governed by dogmatic or theoretical political and economic ideas or emotions resulting in ~~very~~ dangerous experiments, but solely by evaluating the possibilities as presented by nature and uses possible and adopting the most suitable attitude, resulting in the utmost benefit for all.

Footnotes:

- 1) W.J.Schmidt "Some Basic Problems of Mining and their Importance for the Development Countries" Bustan, 3, Vienna 1962.
- 2) W.J.Schmidt "What Private Industry Expects from a Mining Legislation in Development Countries" Confrontation, 2, Vienna 1962.



CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

E/CONF.39/A/219

31 Oct.1962

ORIGINAL : ESPAÑOL

Punto del programa : A.5.2.3

Chile

PLAN CABILDO,
PLAN PILOTO DE DESARROLLO MINERO REGIONAL

Por Augusto MILLAN,
Ingeniero de Minas,
Gerente de Fomento
de la Empresa Nacional de Minería,
Hernán DANUS,
Ingeniero de Minas,
Jefe Regional del Departamento
de Fomento de la Empresa Nacional de Minería,
y Darío CONTRERAS,
Ingeniero de Minas,
Departamento de Fomento de la Empresa Nacional
de Minería

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Véanse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Únicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidas por la Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

PLAN CABILDO
PLAN PILOTO DE DESARROLLO MINERO REGIONAL

por

Augusto Millán, Ingeniero de Minas, Gerente de Fomento de la Empresa Nacional de Minería; Hernán Danús, Ingeniero de Minas, Jefe Regional del Departamento de Fomento de la Empresa Nacional de Minería y Darío Contreras, Ingeniero de Minas, Departamento de Fomento de la Empresa Nacional de Minería

TEXTO

1.- OBJETIVOS GENERALES

La minería realizada en pequeña escala está perdiendo terreno en todo el mundo frente a las faenas mineras de gran volumen cuyo costo de producción es generalmente mucho menor.

No obstante lo anterior, en los países económicamente menos desarrollados puede ser conveniente fomentar mediante alicientes tributarios, crediticios y arancelarios y con asistencia técnica estatal, la explotación de pequeños y medianos yacimientos minerales. Esta labor de fomento puede ser recomendable en consideración a que estas actividades productivas reúnen las siguientes características:

a) La Pequeña y Mediana Minería ocupan mayor cantidad de mano de obra en relación al capital invertido.

b) El valor del producto anual de la Pequeña y Mediana Minería es mayor que en otras industrias en relación a la inversión en maquinaria y equipos. Esto, unido al hecho de que en los países subdesarrollados su producto es exportado casi en su totalidad, hace de esta actividad la mayor productora de divisas en relación a las necesidades de inversión en moneda extranjera.

c) La Pequeña Minería se caracteriza además por abrir perspectivas de trabajo independientes a un gran número de mineros que tienen aptitudes para organizar y dirigir faenas y que aspiran a desempeñarse como empresarios; al satisfacer estas aspiraciones se contribuye a eliminar las tensiones sociales.

Son condiciones comunes a muchos países subdesarrollados un alto nivel de desocupación, la escasez permanente de capitales y el desequilibrio en la Balanza de Pagos. Atendiendo a que estas condiciones van siempre unidas a un clima de intranquilidad social, las tres características de la Pequeña y Mediana Minería arriba enumeradas, justifican en muchos casos una labor de fomento estatal.

Dadas estas premisas, el problema radica entonces en la manera de disminuir los costos de producción de esta actividad, a fin de poder colocar sus productos en el Mercado Internacional sin que ello requiera de bonificaciones directas,

sistema incompatible con las agrupaciones en mercados regionales que es la tendencia actual en la economía mundial.

El propósito del Plan Cabildo es poner en práctica en forma coordinada un conjunto de medidas de fomento en una área determinada con miras a lograr la disminución de los costos y comercializar el producto de los pequeños mineros que laboran en el distrito.

Se pretende finalmente estudiar la variación de dichos costos en relación a las medidas de fomento que se apliquen a fin de extraer conclusiones que podrían extender a otras regiones este tipo de fomento a la producción minera.

2.- EL DISTRITO MINERO DE CABILDO

Designamos por Distrito Minero aquella área dentro de la cual se encuentran todas las minas que puedan transportar sus minerales en forma económica al lugar escogido como ubicación de una Planta de Concentración o de una Fundición. En este caso se ha escogido el pueblo de Cabildo como lugar de ubicación para la instalación de una Planta por las razones que más adelante se darán.

a) Ubicación geográfica, características: El Distrito Minero de Cabildo se encuentra ubicado en el sector central del Departamento de Petorca, Provincia de Aconcagua, en la zona central de Chile, a 150 Kms. al Norte de Santiago (Fig. I). La mayor parte de las minas se encuentran en los cerros que en forma abrupta caen a los valles transversales del río Ligua, del río Petorca y afluentes. El pueblo de Cabildo, ubicado en el Valle de La Ligua, se encuentra a 200 m.s.n.m., posee un clima templado con temperaturas máximas en verano de 30° y mínimas en invierno de 0 a 5°; registra un promedio anual de lluvias de 300 mm. y el lecho del río, con sus sedimentos fluviales recientes, es un acuífero adecuado para hacer captaciones subterráneas. La población es de 3.000 habitantes, registrando un alto índice de cesantía. La fuente de entradas lo constituye fundamentalmente la agricultura, y en parte la minería y el comercio zonal.

La distancia de Cabildo a Ventanas, Fundición y puerto de embarque, es de 70 Kms., y el camino que une ambos puntos es bueno.

b) Antecedentes mineros: Una minería que paralizó hace 40 años, desarrolló yacimientos explotando especialmente minerales oxidados de cobre, dejando las minas así alcanzadas en su zona primaria de sulfuros, con leyes que fluctúan entre 2 y 3% de Cu. Estas minas se encontraban paricalmente aterradas y sin planos o informes escritos o verbales que pudieran considerarse fidedignos. Los minerales eran llevados a una fundición de horno vertical de soplete.

Al momento de comenzar a desarrollarse el Plan Piloto (Enero de 1961) existían en la zona cinco faenas mineras en trabajo, todas con Planta de Flotación, las que producían en conjunto 1.300 toneladas mensuales de concentrados de 30% de Cu. siendo la menor de 30 ton/día y la mayor de 280 ton/día de mineral; la más alejada de estas faenas de Cabildo, se encuentra a 35 Kms. En aquella fecha prácticamente no existía en la zona pequeña minería en producción.

c) Antecedentes geológicos: En un estudio realizado en 1958 por el Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile, se estableció para la zona (Fig. I), las siguientes características geológicas: en el sector oriente aflora el Batolito, mesocretáceo limitando al Este con rocas volcánicas y sedimentos continentales que se presentan con rumbos variables mantos suaves y un sistema de bloques fallados, correspondientes a la formación Las Chilcas. Hacia

el W. aparecen afloramientos de lavas Andesíticas (miembro Ocoa) para seguir a continuación los afloramientos de sedimentos alternados con efusivos correspondientes a las formaciones de Lo Prado y Patagua, inclinados monoclinamente al Este. (Todas estas formaciones corresponden al Cretácico).

Dentro de estas formaciones la más interesante desde el punto de vista minero, es la Formación Lo Prado, ya que es la que muestra en sus estratos los yacimientos llamados de "Tipo Manto", descritos por W. D. Carter en su trabajo "Los Yacimientos tipo Manto" (Stgo. 1961). Aparte de los yacimientos de este tipo se presentan en la zona otros yacimientos a los que en términos generales podríamos llamar del tipo veta.

Los de tipo Manto que se habrían formado por la depositación, en capas calizas o en contacto con ellas de minerales de soluciones hidrotermales provenientes de un magma correspondiente a la Diorita intrusiva que aparece en el Batolito lo que determina que la continuidad de los yacimientos de este tipo dependa del comportamiento de estas estratas favorables. Los cambios en las características de estos sedimentos son graduales, de modo que estos yacimientos constituyen la base, por su regularidad, de la iniciación de el Plan.

3.- PROGRAMA DE TRABAJO

A) Programa General

Se elaborará un Programa de Trabajo cuya realización estará a cargo de la Empresa Nacional de Minería, organismo estatal de administración autónoma; su duración total será de 5 años y estará dividido en cuatro etapas.

Primera etapa: Su duración será aproximadamente de 6 meses. Consistirá fundamentalmente en la creación de una Oficina Técnica ubicada en el pueblo de Cabildo, en el reconocimiento general de la zona y en el establecimiento de contactos con los posibles productores.

Segunda etapa: Su duración se estima en un año y medio. A la creación de la Oficina Técnica mencionada, se agregará la de una Agencia de Compra de Minerales. Se iniciará la compra de minerales, las prestaciones de servicios, el otorgamiento de créditos y las medidas de fomento que más adelante se detallan.

Tercera etapa: Su duración se estima en un año y medio. A la creación de la Oficina y Agencia ya mencionada, se agregará durante esta tercera etapa, el proyecto y construcción de una Planta de Concentración.

Cuarta etapa: Durará un año y medio y se espera que durante todo este período la Planta de Concentración estará funcionando a su plena capacidad. Durante esta cuarta etapa se obtendrán los datos necesarios para calcular el costo de producción en las minas, el costo de transporte a Planta, el costo de compra y tratamiento de los minerales, como asimismo, la inversión total en la instalación de la Planta y Agencia, las colocaciones en créditos y el costo de la asesoría técnica. Todos estos datos, las informaciones sobre el valor del producto, y la ocupación de mano de obra en la zona, constituirán el resultado que se pretende obtener del Plan Cabildo.

B) Medidas de Fomento

Las medidas principales de fomento que se pondrán en práctica a partir de la Segunda Etapa del Programa, son las siguientes:

Medidas para ampliar y mejorar las faenas de extracción y flete de minerales

a) Asesoría técnica. Confección de proyectos de reconocimiento y explotación, de presupuesto de inversiones, de estimación de costos y especificación de equipos.

b) Servicio de topografía. Trazado de caminos y labores subterráneas.

Los servicios a) y b) se prestarán gratuitamente durante los dos primeros años.

Prestación de Servicios Auxiliares

a) Venta de implementos mineros: Estará a cargo de la Sociedad Abastecedora de la Minería, filial de Enami, la que abrirá una Agencia de Ventas en Cabildo para abastecer principalmente de explosivos, acero para brocas, víveres y herramientas menores a los mineros.

b) Arrendamiento de maquinaria: La Oficina Técnica de Cabildo dispondrá de compresoras portátiles, perforadoras y winches. Este equipo está destinado a ser arrendado a los mineros para su uso durante la etapa de reconocimiento de las minas principalmente; también se harán arrendamientos de estos equipos durante los períodos de reparación de la maquinaria propia del minero y mientras duran los trámites de su adquisición.

c) Servicios de taller: Se proyecta atender la reparación de la maquinaria de los mineros en el mismo Taller que se construirá para la Planta de Concentración.

d) Servicio de laboratorio: Así también el Laboratorio de la Planta que se instalará hará los ensayos a que dé origen la compra de minerales, los reconocimientos de las minas y los controles que los mineros hagan durante la explotación. Estos ensayos se harán especialmente en cobre, oro y plata y los mineros cancelarán su costo.

e) Construcción y mantención de caminos: La Oficina Técnica de Cabildo contará con un equipo de movimiento de tierra. Con este equipo se proyecta construir caminos de acceso a los diversos yacimientos que en la actualidad son inaccesibles para vehículos. Estos caminos tendrán longitudes que van desde 1 a 5 Kms. y su financiamiento se hará mediante el sistema de peaje. Posteriormente se harán programas anuales de mantención de estos caminos mediante un trabajo de motoniveladora y ripiado, puesto que se trata de caminos de tierra que se deterioran con el uso.

f) Energía eléctrica: Considerando que el KWH generado con grupos Diesel en cada faena resulta de un costo aproximado de E* 0,080 y en cambio la energía eléctrica suministrada en la zona Central por las Empresas que la producen en gran escala resulta de un costo aproximado de E* 0,025 el KWH, consulta la instalación por cuenta de Enami de una sub-estación en Cabildo para bajar de 23.000 a 6.000 volts la energía que allí se dispone, y además el tendido de 14 Kms. de línea de 6.000 volts siguiendo la faja que contiene los principales yacimientos.

Se estima las necesidades del Plan Cabildo (Planta y Minas) aproximadamente en 2.000 KVA.

g) Sondajes y desagües: Se contará con equipos que darán facilidades para

pagar estos servicios a dos años plazo con un 20% al contado.

Créditos: Uno de los obstáculos principales en el desarrollo minero es la falta de capital de los pequeños y medianos empresarios. Se pretende suplir con créditos esta escasez de capital, para lo cual se operará en tres líneas de créditos diferentes:

a) Préstamos controlados: Se harán en forma de mutuo con garantía hipotecaria sobre las propiedades mineras o prenda industrial sobre maquinaria e instalaciones. Se harán estos mutuos en montos reajustables pagaderos en plazos comprendidos entre 2 y 5 años. Estos mutuos devengarán un interés del 6% anual. Los fondos de los préstamos controlados quedan depositados en Enami la cual va entregando a los mineros las cantidades correspondientes al avance de las obras de acuerdo al control que la Oficina Técnica debe hacer en cada préstamo en particular. Estos préstamos controlados se concederán especialmente para ejecutar labores de desarrollo, tales como piques, socavones y galerías en las minas y para hacer instalaciones tales como aire comprimido, línea decauville, peinillos y campamentos.

b) Préstamos de emergencia: Es una línea de crédito de rápido otorgamiento cuyo monto máximo está limitado a E* 3.000 y cuyo plazo máximo de pago no puede exceder los seis meses. Estos préstamos se hacen sin garantía, pero sólo se otorgarán a los productores que ya estén vendiendo sus minerales a la Empresa, limitándose el monto en cada caso a una suma no superior al valor de la producción mensual del minero. A fin de asegurar el pago de estos préstamos, los mineros autorizarán a la Empresa para retener una parte de las liquidaciones de sus ventas de minerales.

El objetivo de estos préstamos es el de ayudar al minero en situaciones de desfinanciamiento transitorio ocasionados por broceos en los yacimientos, fallas en los equipos de trabajo, derrumbes u otras causas similares.

c) Avales para adquirir maquinaria en el Comercio: Aquellos mineros que tengan su mina en estado de explotación y que no tengan crédito en el comercio para adquirir los equipos de perforación, extracción y transporte que necesitan, podrán obtener el aval de Enami para adquirirlos en el comercio con facilidades de pago. En estos casos Enami especificará la maquinaria apropiada y constituirá prenda sobre ella como garantía del aval que otorgare.

d) Avales ante la Sociedad Abastecedora de la Minería: Este organismo será, como arriba se señala, el encargado de vender explosivos, barrenos y en general materiales de consumo minero. Considerando que los mineros más pequeños no disponen de capital de operación y de crédito suficiente para hacer estas adquisiciones, la Oficina Técnica estará facultada para comprometer el aval de Enami a fin de que el pequeño minero obtenga los elementos con pago hasta tres meses plazo.

Compra y beneficio de los minerales

a) Compra de minerales: Ya se señaló que está consultada, durante la segunda Etapa del Programa, la instalación de una Agencia de Compra de Minerales por parte de Enami. El sistema de compra consulta el pesaje y muestreo de los minerales en forma mecanizada y hecho de tal modo que los mineros pueden presenciarlo si así lo desearan.

Considerando que la operación de compra demora varios días hasta llegar la

liquidación definitiva, el Agente de Compra estará facultado para anticipar hasta un 50% del valor estimado de los minerales, estimación que hará el Agente mediante inspección ocular.

De las liquidaciones se retendrán los porcentajes que correspondan al servicio de las deudas contraídas por los mineros en cada caso particular, y se retendrá además un 2% del valor bruto para pagar la tributación a que están sujetos los pequeños mineros según las leyes vigentes en Chile.

b) Planta de Concentración por flotación: De la apreciación que haga la Oficina Técnica durante la segunda Etapa de este Programa, se desprenderá la capacidad de producción estimada en el distrito de Cabildo. De acuerdo a esta capacidad estimada se proyectará una Planta de Concentración por Flotación, puesto que los minerales del distrito son en su gran mayoría sulfuros de cobre.

Relaciones con los productores

Simultáneamente con las medidas enumeradas, el organismo estatal encargado de la realización de este Plan, denominado Empresa Nacional de Minería (Enami) se preocupará preferentemente de establecer contactos permanentes con los productores de la región agrupados en una Asociación Minera.

Estos contactos se realizarán en forma de reuniones periódicas entre Enami y los miembros de la Asociación Minera: en estas reuniones se analizarán todas las medidas de fomento que se detallan más adelante y los mineros harán presente sus necesidades tanto en los aspectos técnicos como económico.

Otra labor que abordará Enami en el campo de las relaciones con los productores será la de poner en contacto a algunos propietarios de yacimientos mineros con empresarios interesados en ponerlos en producción, y cooperar a un entendimiento entre ellos. Esto se hace necesario debido a que en Chile la propiedad minera se ampara mediante el pago semestral de una módica patente por hectárea, como consecuencia de lo cual en gran parte de los casos los propietarios de yacimientos no coinciden con los empresarios interesados en trabajarlos.

4.- RESULTADOS DE LA PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA DEL PROGRAMA

Primera etapa: A comienzos de 1961 se estableció en Cabildo una Oficina Técnica atendida por el siguiente personal: un ingeniero de minas, un topógrafo, un mecánico y varios obreros (muestreros y alarifes). El equipo esencial de la Oficina consiste en: una camioneta, un Land-Rover, taquímetro, un equipo de prospección eléctrica, altímetro, etc., recurriéndose a Laboratorios de Santiago para la ejecución de análisis químicos y petrográficos.

En base a este personal y equipo se estudiaron en un período de 6 meses (Enero a Julio de 1961) 36 minas que presentaban alguna posibilidad de explotación. De estas 36, 12 correspondían al Tipo Manto y se presentaban en las estratas superiores de la formación Lo Prado, en una franja, que comenzando en el mismo pueblo de Cabildo se extendía hasta 14 Kms. hacia el Sur y subiendo en forma más o menos paulatina hasta llegar a los 1.100 m.s.n.m. En estos yacimientos se encontraron hasta 14 mantos mineralizados, con potencias comprendidas entre 0,5 m. y 9,0 m. con leyes de 2 a 1% de Cu. (sulfuros). El resto de los yacimientos corresponden al tipo de veta de fisura.

Para cada una de estas minas se elaboró un Informe técnico con las recomendaciones correspondientes.

Se logró obtener de este modo, en forma aproximada, los siguientes datos: 26 minas requieren de una inversión de E* 750.000 para llegar a producir entre 400 y 500 ton/día de ley media 3,0% de Cu. Las inversiones se harían en el plazo de 4 a 5 años.

De acuerdo a estos resultados, se recomendó la instalación de una Agencia de Compra de Minerales y se inició la Segunda Etapa.

Segunda etapa: Se han llevado a cabo los siguientes puntos de la Segunda Etapa, que comenzó a operar en Agosto de 1961:

a) Adquisición de maquinaria: Para llevar a cabo la Segunda Etapa, se dotó la Oficina Técnica de maquinaria para construir caminos y destinada a ser arrendada a los mineros. Se adquirió un bulldozer, un camión de volteo de 12 tons., 5 compresoras portátiles de 150 p.c.m. provistas de dos equipos de perforación cada una, 3 winches de 500 Kgs. con sus respectivos cables de 1/2" y un equipo portátil de desagüe montado sobre un remolque.

Para hacer los sondeos se utilizará un equipo perteneciente a los servicios generales de Enami.

b) Prestación de servicios técnicos: Se ha prestado asesoría técnica, atendiendo las consultas de los mineros, proyectando, levantando y dirigiendo los reconocimientos y explotación de las minas, haciendo además estudios de ubicación de sondeos.

Se ha prestado también servicio de topografía levantando prácticamente todas las minas y estacando el trazado de cuatro caminos de acceso.

c) Prestación de servicios auxiliares: Se instaló en Cabildo un almacén de ventas de implementos mineros administrado por la Sociedad Abastecedora de la Minería.

Los mineros que han iniciado sus actividades en el distrito han tomado en arrendamiento los equipos de perforación y desagüe con que se dotó la Oficina. Estos arrendamientos se pactan mediante contrato privado que suscribe directamente el Ingeniero a cargo de la Oficina y el minero.

Se han construido 4 caminos de acceso con un total de 7 Kms. El equipo de construcción de caminos también se ha dado en arrendamiento a los mineros para hacer movimientos de tierra cuando así lo solicitan.

Por el uso de los caminos contruidos, Enami está cobrando un peaje de E* 0,2 por tonelada transportada, peaje que se seguirá cobrando hasta financiar la totalidad de los fondos invertidos en la construcción del camino.

Se ha solicitado a la Empresa Nacional de Electricidad el presupuesto para la instalación de una sub-estación y de un tendido de 14 Kms. de largo. Su financiamiento ha sido aprobado por Enami.

d) Créditos: Se han otorgado 10 préstamos controlados por un total de E* 161.561.-

En cuanto a préstamos de emergencia, se efectúan 4 operaciones por mes, cada una aproximadamente por E* 2.000.-

Finalmente se ha otorgado el aval de Enami a tres productores mineros para

adquirir compresoras por un monto total de E° 14.660, pagaderas a 3 años.

e) Compra de minerales: Inició sus funciones una Agencia de Compra de Minerales, para minerales de concentración y de fundición directa. Para los efectos de fletes se supone ya construida la Planta en Cabildo y la Fundición en Ventanas.

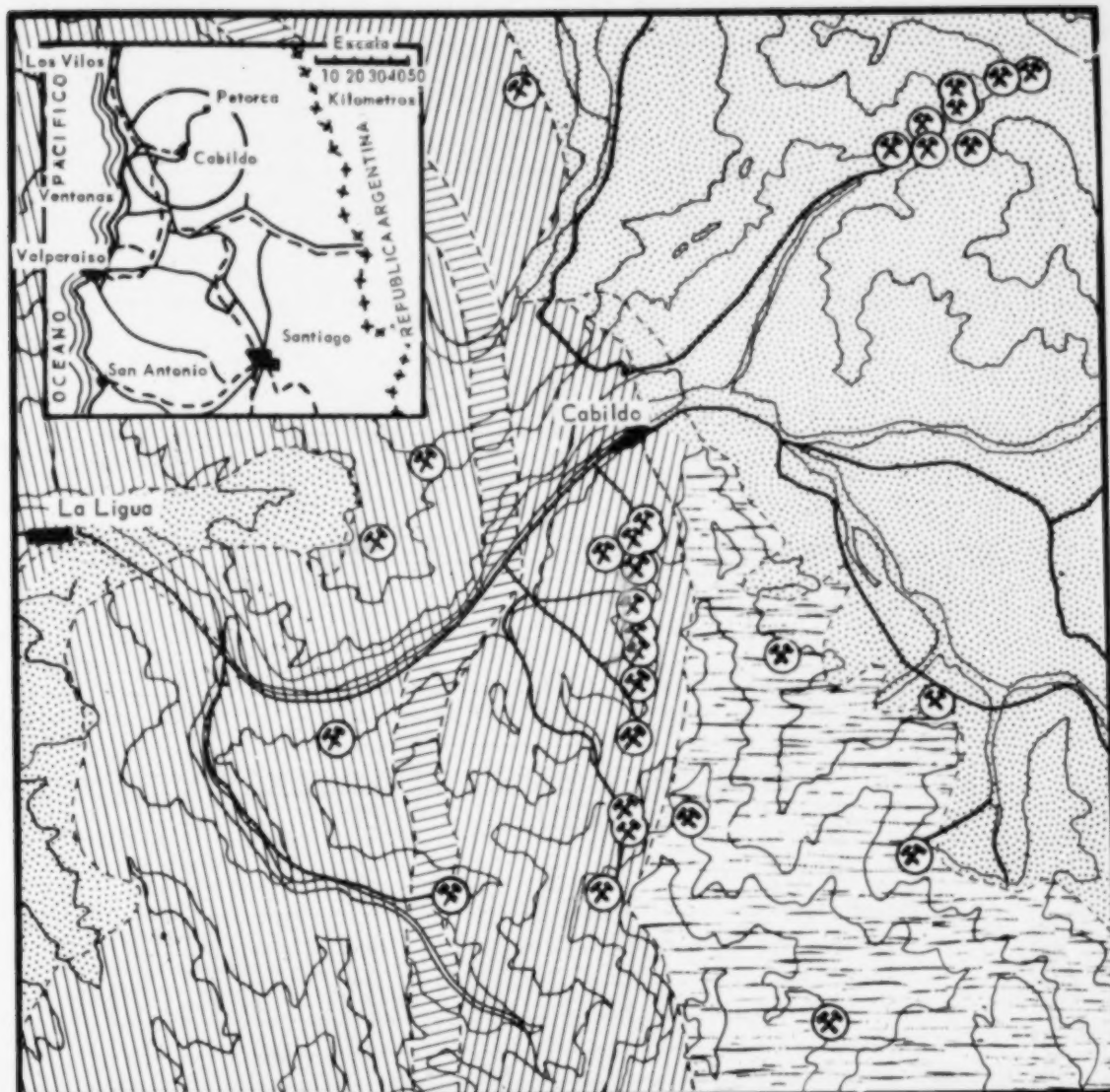
A partir de la fecha de iniciación de este Plan, diversas faenas han comenzado a producir siendo notable el incremento mensual de la producción como se señala en la Fig. II.

De los créditos otorgados sólo una parte tiene incidencia inmediata en el volumen de producción de minerales, pues gran parte de ellos están destinados a labores de reconocimiento y de desarrollo, las que son de alto costo y realizadas en una gran parte por estéril o por zonas de oxidados. De modo que la relación de capital necesario a invertir por tonelada diaria de mineral, será mayor que el promedio global estimado y que corresponde a la cifra de E° 1.500 por ton/día.

Es así como a la fecha, con una producción de 35 ton/día, se ha hecho una inversión en las minas de E° 180.000 lo que nos da una inversión realizada de E° 2.100 por ton/día.

f) Planta de Concentración: Estimada una curva de producción en función del tiempo (ver Fig. III) sucederá sin duda que el crecimiento de la producción no será una función lineal, sino que tendrá tasas menores al comienzo y al final de los cuatro años y medio, período en que se completará el abastecimiento de la Planta de Flotación. La coincidencia aproximada de esta curva teórica con la real registrada en la Agencia de Compra, (Fig. II y III), junto con la incorporación de nuevos yacimientos al Plan de reconocimientos y preparación, han hecho tomar la decisión por parte de Enami, de construir una Planta de Flotación de 450 ton/día de capacidad, lo que significa una inversión de US\$ 430.000 para equipo y maquinarias, de E° 40.000 para proyectos y de E° 650.000 para obras.

Nota: Cambio oficial en Chile 1 US\$ (moneda norteamericana) equivale a E° 1.053 (moneda Chilena), cambio libre bancario.



- ESCALA
- 0 1 2 3 4 5 10 km
-  Batolito
 -  Andesita
 -  Formación lo Prado
 -  Formación pataguna
 -  Alternaciones de efusivos y sedimentos correspondientes al jurásico
 -  Minas en desarrollo y explotación

PLANO TOPOGRAFICO Y GEOLOGICO DEL DISTRITO MINERO DE CABILLO
Figura I

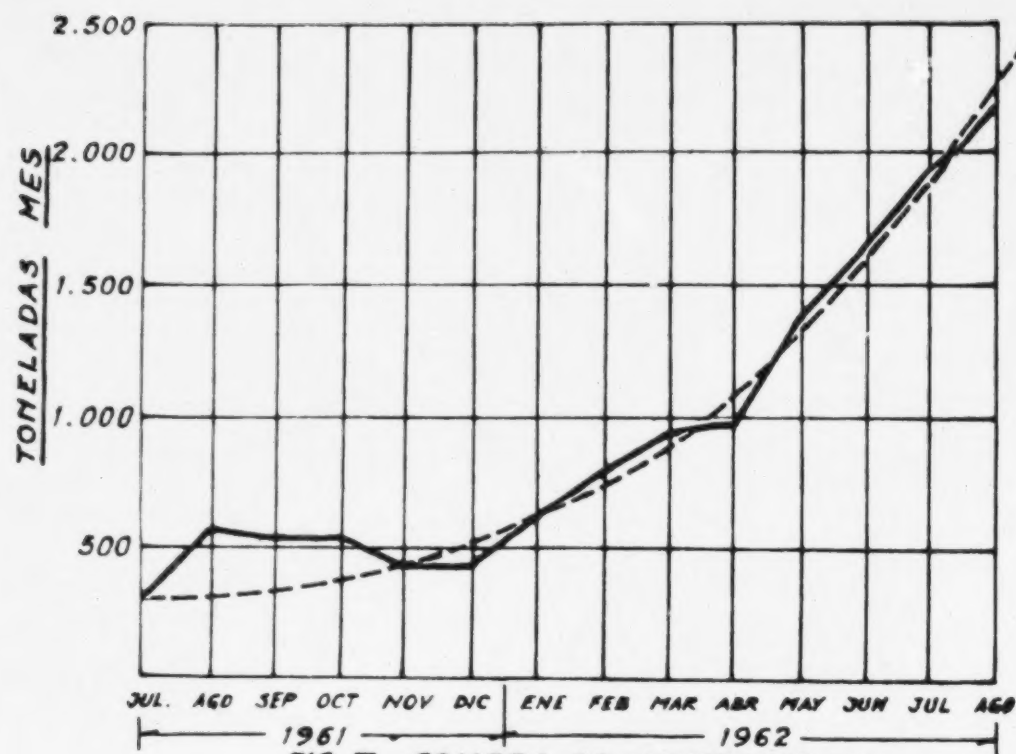


**FIG. II.- COMPRA DE MINERALES EN
AGENCIA DE CABILDO**

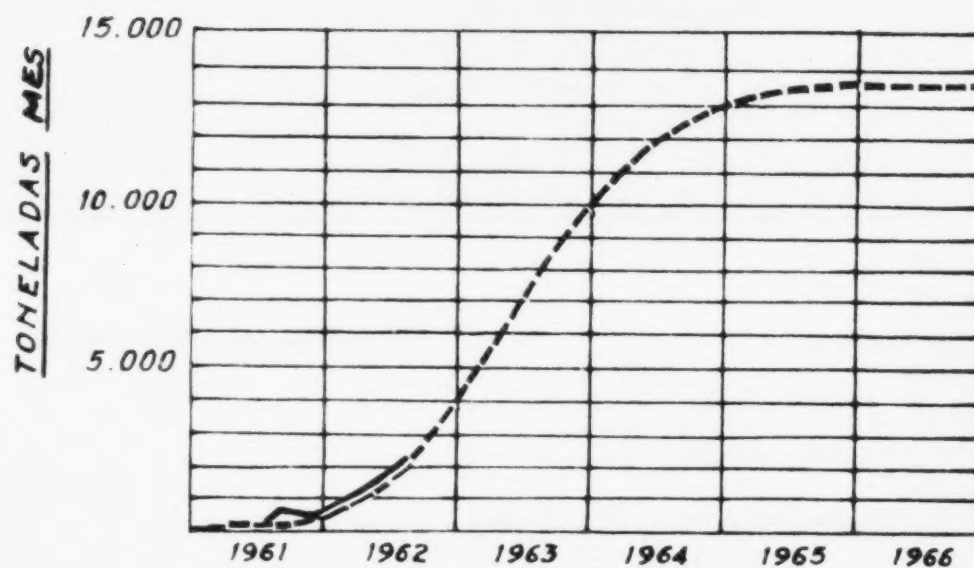


**FIG. III.- CURVA DE PRODUCCIÓN CALCULADA PARA
EL PERÍODO 1961 A 1966**

A/219



CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

E/CONF.39/A/220

31 Oct.1962

ORIGINAL : ESPANOL

Punto del programa : A.5.2.3

Chile

LA APLICACION DE LAS EXPERIENCIAS
OBTENIDAS EN SU EXPLOTACION
POR LA PEQUEÑA MINERIA DE CHILE,
EN LA ZONA NORTE

Por Franz NOWAK,
Director Técnico del Instituto
de Productividad,
Universidad Técnica del Estado

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Véanse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Únicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidas por la Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

LA APLICACION DE LAS EXPERIENCIAS OBTENIDAS EN SU EXPLOTACION
POR LA PEQUEÑA MINERIA DE CHILE, EN LA ZONA NORTE.

FRANZ NOWAK

DIRECTOR TECNICO INSTITUTO DE PRODUCTIVIDAD
UNIVERSIDAD TECNICA DEL ESTADO

1 - PRODUCTIVIDAD DE LA PEQUEÑA MINERIA DEL COBRE. La magnitud social del problema de la Pequeña Minería del cobre abarca una población laborante del orden de los 10.000 hombres en las provincias de Atacama y Coquimbo. Es decir que de esta industria extractiva depende la subsistencia de más o menos 45.000 personas. Aquí se encuentra concentrada el 70% de la Pequeña Minería del País, repartidas en alrededor de 2.000 minas activas. La producción, con sistemas primitivos de arranque y extracción alcanzó durante 1961 a 480.000 toneladas de cobre mineral, que se tradujeron en 11 millones de dólares en su exportación. Las cifras demuestran cuán importante es para la economía nacional la conservación y fomento de estas actividades mineras.-

La producción fluctuante la caracterizan las estadísticas que reflejan entregas discontinuas tanto de tiempo como de cantidad. De 1.800 minas con producciones inferiores a 60 toneladas mensuales, sólo 100 tuvieron entregas periódicas, 200 con entregas discontinuas y el resto, 1.500, apareció con entregas de 1 a 5 veces durante el año, paralizando posteriormente muchas de ellas.

De este conjunto de 2.000 minas, alrededor del 5% se encuentran mecanizadas, con organización racional tanto de explotación como de administración. El resto está constituido por empresas que no disponen de maquinarias, salvo algunos tornos accionados a mano o winches, no llevan sistemas técnicos de explotación y son trabajados por "pirquineros" (ver párrafo 2). La explotación es a mano. En el grupo de las mecanizadas, laboran 1.400 hombres con un rendimiento promedio de 12 TON + HOMBRE + MES en contraste con las no mecanizadas, que tienen un rendimiento medio de 1,6 TON + HOMBRE + MES y con una población activa cercana a los 8.600 hombres. De las cifras podemos colegir que el 40% de la producción total de ambas provincias, lo aportan las empresas mecanizadas, siendo el 60% restante de las no mecanizadas.

Los hechos demuestran que los recursos minerales de estas zonas ofrecen un vasto campo de desarrollo industrial, y su programación debe orientarse a la expansión de las faenas existentes y a la apertura de nuevos campos de producción.

De lo reseñado se puede deducir que para el incremento de la producción se deberá consultar el fomento de la mecanización, instalación de establecimientos de beneficios, ejecuciones de mayores obras civiles necesarias para el mejor desarrollo de la

industria extractiva. Hacer más económicas la explotación de las minas en trabajo, facilitará la apertura de nuevos campos de producción.

2 - ESTUDIO Y ANALISIS ACTUALES SISTEMAS DE EXPLOTACION. Distinguiamos nítidamente 2 categorías: las minas mecanizadas y con organización racional de explotación, representadas por el 5% de la totalidad. Estas llevan exploración y estudios de desarrollo en relación a la potencialidad del yacimiento. Las segundas, por falta de medios económicos o técnicos, o por falta de iniciativa de sus propietarios, no llevan exploraciones ni estudios de desarrollo, no disponen de mecanización y su explotación es de gran costo. Analizaremos esta última.

Estas explotaciones, llamadas al "pirquen", son operadas por 2,3 o más hombres que se limitan a explotar "picados" hasta que el mineral deja de tener buena ley. A veces sólo buscan clavos de mineral de buena ley o bolsonadas de rendimientos productivos. En síntesis es el método más primitivo de arranque usado en la minería. Aparentemente es más barato, pues no necesita preparación, pero a la larga es antieconómico. El pirquen no es un método sistemático de explotación; las labores se inician en los afloramientos penetrando por las guías de mejor ley, resultando galerías sinuosas, con las consiguientes dificultades de transporte interior. Este transporte se hace con "capachos" mediante "apireo". Capacho es un bolsón de cuero de 40 kg. de capacidad transportado a la espalda por un hombre que recibe el nombre de "apir". Este lo transporta desde el frente de trabajo al exterior. Se trabaja con combo, barreno y dinamita. Afuera el mineral se selecciona a mano, lo que llaman "pallaqueo". Consiste en eliminar el estéril y minerales de baja ley. Cuando explotan desmontes, la selección se hace a mano, también por pallaqueo; pocas minas disponen de un torno accionado a mano o winche para eliminar el "apireo". Así, se va abriendo el hueco del ancho de un barreno y del largo apropiado a las cargas de dinamita que va a emplear para la tronadura, no siendo éstas técnicamente apropiadas a la dureza de la roca y a la cantidad de cerro que se quiere botar. No tiene preparación técnica de tronadura.

El mineral que va arrancando, lo arroja a un lado, allí está el apir que lo extrae subiendo escaleras de hasta 100 mts., hasta las canchas. Aquí está el "pallaqueador" que lo selecciona. Siendo lo más importante la ley de la remesa, se entenderá que esta selección sea una de las más delicadas. Con todo, las pérdidas y desperdicios de mineral por estos procedimientos primitivos, es muy grande.

El aprovechamiento de los yacimientos no obedece a métodos de explotación racional. Trabajan galerías con lo justo para que quepa un cuerpo humano, hasta llegar a zonas de mayor mineralización la cual agota totalmente sin dejar reservas ni elementos de conservación de las labores de la mina. Así queda expuesto a la ruina e incluso a derrumbes.

Las actividades se caracterizan por su irregularidad, ya que cuando falta el dinero o los créditos, el trabajo se paraliza por falta de materiales o de dinero para pagar jornales.

El trabajo mismo que no es controlado y generalmente sin planificación, permite que se desperdicien grandes cantidades de minerales por diversas causas. Así en este trabajo al pirquén, el

minero acosado por su bajo rendimiento laboral, trata de obtener minerales de alta ley, dejando los de menor ley o los de difícil extracción que posteriormente se aterran, perdiéndose con ello los indicios de vetas que podrían conducir a existencia de zonas de mayor mineralización.

En resumen podemos decir que este sistema trae consigo la destrucción de la mina y el bajo rendimiento. Además no se extrae el total del mineral existente en el yacimiento. Cabe hacer notar que gran porcentaje de los yacimientos chilenos son de formación irregular, lo que induce a una explotación por pirquen, por desconocimiento de sistemas racionales de explotación y falta de capital para ello.

También tenemos casos en que se combinan explotaciones mecanizadas con trabajos al pirquen. Los trabajos de laboreo se los entregan a los pirquineros, que ellos van desarrollando. Pagan un porcentaje por la extracción, uso del winche, buzones, etc. Se les proporciona el aire para las perforaciones, descontándoseles el explosivo.

3 - FACTORES QUE LIMITAN LA MECANIZACION EN LA EXPLOTACION MINERA

- a) - Falta de caminos de acceso. Uno de los factores que grava mayormente en los costos de la Pequeña Minería es el transporte de los minerales a los centros de compra, no sólo por las distancias, sino que por la falta de caminos y la conservación deplorable de éstos. Por ello resulta indispensable complementar un fomento con la construcción de caminos de acceso a los distritos mineros, que por su ubicación, en la actualidad no se trabajan por no ser rentable su explotación, por el excesivo recargo de sus fletes. El pequeño minero no está en condiciones de financiar, ni siquiera a través de créditos, estas inversiones que deben hacerse a través del gobierno.
- b) - Falta de estudios y evaluación de los recursos minerales probables y en existencia. Falta de geólogos al alcance de los pequeños mineros.
- c) - Necesidad de capital para un reconocimiento de mineral "in situ", para posteriormente ubicar el mineral en existencia, determinar sistema de explotación y proyectar y habilitar labores de acceso y extracción, a fin de determinar una mecanización posterior.
- d) - Falta de financiamiento a largo plazo y bajo interés.
- e) - Falta de energía eléctrica a bajo costo.
- f) - Falta de agua industrial.
- g) - Limitado número de plantas regionales de beneficio.

4 - PERSPECTIVAS FUTURAS DE DESARROLLO. Próximamente se iniciará la construcción de una planta de flotación anexa a la fundición de Paipote, Provincia de Atacama, con capacidad para 15.000 toneladas mensuales de tratamiento. Esto debería complementarse con una sección lixiviación para el tratamiento de minerales oxidados, lo que permitiría el aprovechamiento integral de las reservas de cobre de la zona circundante. Esta operación no ha encontrado aún financiamiento.

i) - Planta de ácido sulfúrico. La zona norte del país, especialmente la de Atacama, se caracteriza por la abundancia de

yacimientos de cobre oxidado y si a esto agregamos la acumulación de desmontes proveniente de antiguas explotaciones, tendremos un cuadro muy interesante para considerar. La mayoría de estos depósitos están sin aprovechamiento, entre otras causas, por la falta de reactivos a precios económicos para su proceso de lixiviación y precipitación.

Actualmente existen 2 plantas de ácido sulfúrico en Atacama y Coquimbo de 35 y 20 ton. de capacidad diaria respectivamente. En base a ello se han instalado pequeñas plantas de lixiviación, que producen 1.400 ton. de precipitados anuales. Factor de mejoramiento en este rubro sería la instalación de nuevas plantas regionales a objeto de disminuir sus costos por transporte.

5 - RACIONALIZACION.

Organización de explotaciones racionales. Una planificación racional para esta clase de faena se puede concretar en las siguientes etapas:

- a) - Prospección, que tiene por objeto la búsqueda de nuevos yacimientos.
- b) - Reconocimiento, que persigue la obtención de las características del yacimiento.
- c) - Desarrollo y preparación del cuerpo mineralizado para su explotación posterior.

Trabajos anexos de importancia son las operaciones de acarreo y transporte, extracción y ventilación.

El camino más socorrido para reducir costos es eliminando o descuidando el reconocimiento o también haciéndolo en lugares más fáciles o aún en el terreno más favorable para una fácil ejecución.

El costo de desarrollo es dependiente del tipo y carácter del cuerpo mineralizado. El tamaño, la forma, la regularidad, el ancho, el alto, el largo y las características físicas del mineral y la roca en que está encajado son los factores que determinan los costos de desarrollo. Estos mismos factores son los que determinan el método de explotación.

El desarrollo debe ir acompañado de un muestreo sistemático. Siendo los valores obtenidos a través de las fuentes de información de la distribución de leyes y mineralizaciones, deberá ser realizado por personal responsable.

6 - REQUISITOS DE TRAZADO INTERIOR PARA MECANIZACION. Tratándose de un yacimiento nuevo sin labores de reconocimiento subterráneo se deberá operar de la siguiente forma, con el objeto de aprovechar las labores de desarrollo en una futura mecanización.

El reconocimiento deberá iniciarse en el mejor afloramiento como un pique vertical, en lo posible por el yacimiento (aspecto económico). No se debe olvidar que la ubicación del pique debe fijarse considerando que su localización equidiste de todos los futuros frentes de trabajo.

Las labores de desarrollo deben trazarse teniendo como objetivos:

- a) El proporcionar labores adecuadas para el arranque y transporte del mineral dentro de la mina en forma expedita.

Las labores de transporte deben ser rectas o en lo posible

por curvas suaves. Deben ser horizontales o con pendientes de 1/2 o 3/4, a favor del acarreo.

El ancho mínimo de las galerías está determinado por las características de los carros decauville, o sea alrededor de 24 a 28 pulgadas (carros de 1 ton. de capacidad) dejando 12 pulgadas entre carro y caja nos da un ancho mínimo de 4 a 4,5 pies, es decir 1,20 a 1,35 metros.

Debiendo existir una relación entre la extracción y el transporte interior, esto se consigue por medio de buzones interiores de carga al balde del winche, actuando así como un regulador entre ambas operaciones. Se logra de esta manera una continuidad en la operación de extracción.

Tratándose de desarrollo de explotación de dos o más niveles la comunicación entre ellos se hará por medio de chimeneas para el traspaso por gravedad del mineral arrancado, evitándose con ello extracciones en niveles intermedios.

Para el acceso del personal a los frentes de trabajo se debe disponer de un pique de habilitación, para no entorpecer la operación de extracción, facilitándose una ventilación natural y atendiéndose también al aspecto de seguridad minera.

Deben consultarse canaletas de desagüe naturales cuando se encuentre con afloramientos de agua, las que deben conducir a pozos de captación.

7 - EQUIPO MINERO MAS APROPIADO Y SU COSTO. Siendo los costos de explotación inversamente proporcionales al tonelaje extraído y gravitando fuertemente sobre el costo el transporte interior por el "apireo" (párrafo 2), se comprenderá que al reemplazarse este sistema por una mecanización, se conseguirá con ello un mayor rendimiento. Su justificación queda claramente establecida por lo anotado en párrafo 1.

Una mecanización mínima para la pequeña minería del cobre debe consultar los siguientes tipos de equipo:

Peñecillo metálico de 8 metros de altura.

Moto-compresor 120 pies cúbicos por minuto, 70 libras, de regulación automática.

Perforador neumático de 40 libras.

Carro decauville de volteo 750 kg.

Un winche de 500 kg. con motor a petróleo de 16 HP.

Buzón interior de 6 m³.

Buzón carga a camiones de 10 m³.

Esta mecanización de primer grado alcanza al orden de los US \$ 15.000.

La instalación del buzón carga a camiones es imprescindible para la disminución de los costos de fletes ya que la carga manual obliga a paradas prolongadas del camión.

8 - ENERGIA. Estando la mayoría de las zonas mineralizadas muy retiradas de los centros que disponen de energía eléctrica y siendo materia de política gubernamental esta clase de abastecimiento, la energía para abastecer una mina mecanizada se reduce al uso del petróleo. La bencina se descarta por el peligro de inflamación que su transporte y almacenamiento acarrea.

9 - TRANSPORTES. Elección de elementos en función de la topografía de la zona y características de trabajo.

La zona, especialmente la de Atacama y Coquimbo, presenta sus minas enclavadas en laderas y cordilleras que se elevan rápidamente sobre el llano. Los caminos de acceso presentan curvas muy cerradas con pendientes muy pronunciadas. Dada la naturaleza del clima, carencia de lluvias, hay gran abundancia de polvo, caminos con mucha calamina. En general, en la zona hay carencia de agua, siendo llevada en camiones a los distintos centros mineros que solicitan transportes de minerales o pagan su flete. No se dispone de talleres de reparación ni personal técnico, salvo en los pueblos y ciudades como Chañaral, Copiapó, etc., etc., o las plantas de beneficio. La única ayuda con que se puede contar en los casos de panne en el camino, es con la de vehículos ocasionales en tránsito.

Vehículos propios o particulares. Las empresas no deben contar con elementos propios de transporte. Así lo mostraron las experiencias obtenidas por las empresas del fierro en la zona, tanto en la mantención del equipo como en su rendimiento. Después de variados ensayos de organización optaron por entregar los equipos a particulares, previamente seleccionados, para hacer el acarreo de minerales. Los resultados fueron beneficiosos para ambas partes.

El camionero propietario cuida de su máquina, dentro de los medios y recursos técnicos que posee, esforzándose en cubrir el máximo de recorridos. Constituye con el minero una verdadera sociedad tácita de apoyo mutuo, formando entre ambos un nexo que los afecta por partes iguales, tanto en lo económico como en lo técnico. Una paralización de la mina, aunque momentánea, repercute en el camionero por la disminución de fletes, y a la inversa, una parada prolongada del camión repercute en el minero por la falta de transporte del mineral, víveres, agua y elementos de trabajo de que constantemente está surtiéndolo el camión.

En síntesis el camionero constituye el eslabón de enlace entre la mina y la agencia de compra o establecimientos de beneficio.

Por ello, el equipo de transporte deberá ser de mantención sencilla, de elementos robustos y de fácil reposición, requiriéndose para trabajos de mantención sólo de los elementos más indispensables. Para trabajos de mayor envergadura, deberá dirigirse a estaciones de servicio responsable.

10 - CARACTERISTICAS TECNICAS VEHICULOS MOTORIZADOS. Distancia máxima a recorrer: 300 km.- Caminos en general en condiciones menos que regulares. Fallas observadas en los actuales equipos:

1. Quebraduras en fundas tren trasero, por ser equipo liviano.
2. Fallas en piñón de ataque y corona del diferencial.
3. Quebradura de resortes.
4. Quebraduras y trizaduras chasis principal y en el marco del equipo de volteo.
5. Deformación y roturas de la tolva de volteo.

11 - CARACTERISTICAS A ADOPTAR, DE ACUERDO A LO RECOMENDADO.

1. Chasis corto y reforzado.
2. Tren delantero y trasero reforzado.
3. Frenos de aire con dispositivos de seguridad.
4. Equipo de volteo hidráulico de un mínimo de cilindros.
5. Tolva baja y reforzada en el fondo, con limit switch de levante.

6. Caja de cambio reforzada, sincronizada.
7. Motor a bencina.
8. Refrigeración por agua.
9. Carga mínima de 8 toneladas-10 toneladas.
10. Pistón botella de levante, con anillos de obturación.
11. Freno de emergencia mecánico individual para cada rueda.

12 - RACIONALIZACION EN LA CONCENTRACION DE MINERALES. Las actuales producciones y la pequeña capacidad de arranque de las minas de la pequeña minería, no justifican aún estudios ni gastos de instalación de plantas de concentración, so riesgo de incurrir en una hipermecanización de faenas ya que éstas instalaciones se justifican y amortizan sólo a base de una gran capacidad diaria de producción, capacidad que las minas pequeñas aún no están en situación de entregar a plantas propias.

Por este motivo las plantas deben ser de carácter regional, que tengan como base la producción de un grupo de minas, fomentando así explotaciones de minerales de más baja ley cuya explotación hoy en día es antieconómica. Este es el caso de la zona de Valles donde los desmontes de 3 y 4% de ley alcanzan al orden de los 2,5 millones de toneladas. Casos como este se repiten en la zona. La explotación de estos recursos ayudaría enormemente a la financiación de una mecanización de primer grado.

13 - NECESIDAD DE ASESORIA TECNICA. De lo expuesto anteriormente se concluye que una asesoría técnica deberá preceder y acompañar a una mecanización de la pequeña minería.

Para su mejor cometido se debe ir a la creación de un departamento u organismo que se dedique exclusivamente a la asesoría a los pequeños mineros en el reconocimiento y valorización de los yacimientos en explotación o por iniciar su explotación. Tiene por finalidad facilitar una operación de alto costo que el pequeño minero no está en condiciones de financiar.

Complementando esta labor la Universidad Técnica del Estado deberá desarrollar a través de sus Escuelas de Minas repartidas en la zona una campaña de adiestramiento de la mano de obra en lo que a perforaciones y tronadura se refiere. Junto con ello deberá dotarse a sus laboratorios con los equipos de sondaje y demás elementos técnicos que la ingeniería moderna de minas requiere. Como labor docente la Universidad deberá ampliar y profundizar la enseñanza de geología a objeto de ir a la formación de profesionales en esta especialización, cubriendo un vacío que la realidad actual nos muestra.

14 - CONCLUSIONES . Por lo expresado en párrafos 1, 2 y 3 y siendo la mano de obra el factor que gravita con mayor incidencia sobre los costos de producción, la mecanización de estas faenas junto con la aplicación de sistemas racionales de explotación, serán elementos decisivos para la reducción de costos.

Inmediatamente saltará ala vista como elemento encarecedor el flete, que se podrá disminuir con una política de mantención, mejoramiento y construcción de caminos de acceso a las áreas mineras más alejadas de los centros de compra y plantas de beneficio.

La política de bajar los costos de explotación y obtener mayores rendimientos no sólo traerá una mayor fuente de ingresos por conceptos de divisas para el país, sino que mantendrá los costos en límites tales que la fluctuación del precio internacional de este metal no gravitará tan fuertemente en el pequeño minero, hoy día tan expuesto a dichas fluctuaciones. Le dará un margen más amplio para mantener su explotación en actividad, en espera de mejores mercados.

Lo debemos olvidar que la puesta en marcha de faenas de esta índole que paralizan, resulta a veces tan onerosas que continúan durante largos períodos inactivas.



UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

E/CONF.39/A/221

31 Oct.1962

ORIGINAL : ENGLISH

Agenda Item: A.4.2.5

United Nations

NEW SOURCES OF ENERGY AND ENERGY DEVELOPMENT :
A RESUME OF THE UNITED NATIONS CONFERENCE
ON NEW SOURCES OF ENERGY

By the Department of Economic and Social Affairs,
United Nations, New York

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

NEW SOURCES OF ENERGY AND ENERGY DEVELOPMENT

A résumé of the United Nations Conference on New Sources of Energy

by

The Department of Economic and Social Affairs

United Nations, New York

1. The United Nations Conference on New Sources of Energy was held in Rome, Italy, from 21 through 31 August 1961, for the purposes of: exchange of ideas and experience in the applications of three new sources of energy, namely, solar energy, wind power and geothermal energy (natural steam and hot water); consideration of how techniques can be brought into wider use, particularly for the benefit of less developed areas; and provision of up-to-date information on progress achieved and on the potentialities of as well as the limitations in utilizing these three sources of energy, especially in those areas lacking conventional energy sources or facing high energy costs.

2. The Conference^{1/} represented the culmination of various steps in this field upon the initiative of the United Nations Economic and Social Council, including the publication in 1957^{2/} of a major study entitled New Sources of Energy and Economic Development.^{3/} A comprehensive report on the Conference was subsequently submitted to the Council under the same title as this paper, which is a summary.^{2/} The Council in July 1962 acted upon this latest report as indicated briefly in the concluding section.

Use of new energy sources in different energy situations

3. The key note of the Conference in dealing with various aspects of solar, wind and geothermal energy was the fact that the availability of energy in many different forms is a pre-condition for economic development and that in meeting energy needs the different sources of energy had to be carefully distinguished in terms of their special characteristics in relation to each other and to the socio-economic structure in which they are to be developed and used. Thus, in considering the non-conventional sources of energy and their possibilities for development, the alternative energy sources and the state of economic development had to be considered in the context of each region and country or group of countries.

1/ The Conference had a registered attendance of 447 persons representative of a wide range of professional disciplines and organizational backgrounds and drawn from seventy-four countries and territories in all parts of the world. A total of 250 individual papers (including 77 on geothermal energy, 40 on wind power, 118 on solar energy and 15 general) and 20 rapporteurs' reports were submitted to the Conference; they are being prepared for printing in five volumes.

2/ United Nations publication, Sales No.: 57.II.B.1.

3/ United Nations publication, Sales No.: 62.I.21.

4. Among the relevant background facts, it was pointed out that world consumption of energy is anticipated to double and redouble by the end of the century. On a per capita basis, energy consumption was shown to vary greatly throughout the world. The low average consumption figures for the developing countries, however, conceal further disparities between urban and rural areas and the fact that about two-thirds of the world's population are living without electricity supply.

5. Special attention therefore was drawn to different energy situations which, in the under-developed countries, could be divided into three major types. Broadly speaking, it was concluded that for areas with electric grid systems and developed energy supply, wind power and solar energy may be unimportant unless cost studies can show that they could provide power and other useful energy at competitive rates, while geothermal energy, if available, might be far more economic than any other source. In areas with isolated power stations - usually characterized by high fuel and generating costs - solar and wind power might well be useful supplementary sources effecting fuel savings, and geothermal energy, if available and exploitable, would provide cheap energy.

6. For many of the areas in a third category - entirely lacking electricity, by far the most typical in the under-developed countries and for which large-scale rural and village electrification cannot be foreseen for a long time - wind or solar energy offer the only prospect of a power supply. And they might become important factors in ameliorating depressed living conditions and in spurring economic change by providing energy for telecommunications, conservation of perishable foodstuffs, water pumping and simple processing and manufacturing.

7. In this connexion, and particularly with regard to the many possible applications of solar energy, it was noted that in terms of certain broad social objectives the new sources were not limited by the consideration of economic viability as applicable to advanced industrial societies. Nor was it considered necessary that energy development follow the same path as it had in industrial countries. The question was rather one of either providing no energy at all or of providing it even in an imperfect and limited form, to create worthwhile work and productive effort, as judged on the basis of social as well as economic considerations.

8. It was made abundantly clear that the new sources provided no panacea and were characterized by certain limitations in their geographical locations. It was suggested that several obstacles, such as customs, traditions and lack of training, could be overcome, at least in part, through the establishment of demonstration centres, the provision of technical assistance and the improvement and diffusion of knowledge about the availability and the possible uses of the three energy sources.

Geothermal energy

9. The possibilities and full significance of finding and utilizing natural steam and hot water from underground sources have not been generally appreciated. The Conference sessions on geothermal energy may well mark a turning point in this regard. It was the first occasion - in terms of people and purpose - where there was a concerted effort to bring together the relevant available knowledge on the subject and thereby open new vistas and interests.

10. Natural steam is now driving electricity generating plants with a capacity of nearly 400,000 kilowatts, about three-fourths of it in Italy and the rest in new plants in New Zealand, the United States, Mexico and elsewhere. Geothermal energy also heats the homes of some 45,000 people in Iceland and finds many other applications.

11. One of the most serious limitations to its growing use lies in the fact that little is known of the physical availability of geothermal energy, except where hot springs and other readily apparent surface evidence exists, such as in and around the entire Pacific basin, the Atlantic ridge, the Rift Valley in East Africa and some other areas, usually of a volcanic nature. It was noted, however, that the presence of steam is not necessarily limited to volcanic regions or to areas with surface manifestations. Italy provides a clear illustration of this. It was pointed out that there might be unsuspected geothermal possibilities in many countries which have not so far been studied and which might be assisted to determine whether development was worth while. In fact, considerable optimism on finding geothermal resources was expressed.

12. Geothermal energy is found and developed through techniques in many ways similar to, though in some important respects different from, those used in the petroleum industry. These include prospecting on the basis of geological, geophysical and other surveys and the drilling of wells. The applicable prospecting techniques are now well developed but the quantitative knowledge and result in the case of geothermal energy resources are still modest largely because field survey work and drilling, which alone can give final proof, have been undertaken on a meagre scale. Also, there admittedly remains some uncertainty as to the length of productive life of steam wells once they have been developed.

13. Techniques of utilizing geothermal steam are well developed on the basis of the experience with the various types of power plant now in operation. For new regions one of the most interesting types is the simple monobloc unit. This plant combines a turbine and generator with a capacity of up to 3,500 kilowatts in one easily transportable piece that operates directly on the steam as it comes out of the well and discharges it to the air. Other types in operation are larger and incorporate different steam cycles to get more power out of the steam or to recover chemical by-products. With the exception of Iceland, electric power production is currently and prospectively the most important form in which geothermal energy is utilized. The Icelandic experience suggests that, in some areas, conditions may favour the use of geothermal steam for hot water supply, space heating in homes and industries and various processing applications requiring heat in the 100-300° C. range.

14. Geothermal power generation, it was concluded, has many attractive features, among them avoidance of boilers and fuel (including imported fuel), continuity of supply, simplicity of plant and low operating costs. Where available, the effective energy can also be extremely cheap, in existing cases giving power in the cost range of from 0.2 to one U.S. cent per kilowatt-hour and thus comparing favourably with any conventional plants. Under favourable conditions, geothermal power can thus compete with energy from any other source and should be attractive to both industrial and developing countries.

15. The initial costs - for the power plant and especially for the exploration and drilling - are such, however, that in the opinion of the Conference experts, the installation must have a minimum size of about 1,000 kilowatts to be economic. For good economy it is further necessary to utilize the capacity at a high load-factor in order to draw full advantage from the relatively high initial investment and low running costs. Before investments are made in detailed prospecting and, of course, before capital is committed to drilling and plant construction in subsequent stages, the possibility of absorbing a minimum power load has to be given early consideration along with preliminary surveys of surface manifestations and other indications of geothermal resources.

16. With the existing advanced techniques and the promise of often low power costs, the prospects of increased utilization now depend mostly on an intensification of exploration for geothermal resources.

17. There is no doubt that the work of the Conference will lead to new thinking about the role of geothermal energy in many countries where the necessary potentialities may be present. The achievements and experiences already gained - from California in the west to Kamchatka and Japan in the east and from Iceland in the north to New Zealand in the south - indicate that geothermal resources are a promising source of energy.

Wind power

18. The sessions on wind power utilization indicated that there was a revival of interest in this source of energy and in new techniques for harnessing it to productive purposes, in capacities ranging from small machines for water pumping and electricity generation to large machines (up to some 900 kilowatts at present) for connexion to power networks. It was recognized that there was still considerable scope for the simple traditional windmills, chiefly for water pumping in under-developed areas lacking rural electrification as in India where a project is currently under way to install some 200 windmills of domestic design.

19. Great importance was attached to site selection and wind measurements. Attention was called to the usefulness of long-period records collected at meteorological stations. Wind measurements at such stations however have not been based on wind power requirements and therefore usually have to be supplemented with wind surveys aimed at practical applications and with special measurements for testing purposes.

20. As regards the design and operating behaviour of wind power plants, the technical advances presented in the Conference were numerous; the general feeling was that enough was now known to enable manufacturing and installation in considerable numbers and that design no longer posed fundamental problems nor held out prospects of major technical "breakthrough".

21. The technical possibilities of wind power production thus were shown to be well established. They should, however, be distinguished from the economic possibilities. From the economic point of view, the experts insisted, a further distinction should be made between large wind power plants and small machines of less than about five kilowatts which can be used on individual farms and in other small applications. The larger machines would have to be used in areas with a grid system, that is in industrialized areas, where their justification would have to be made entirely on competitive grounds such as by saving of fuels.

22. Medium-size windmills - in the ten to fifty kilowatt range and usually envisaged for operation at the village level in conjunction with diesel or other stand-by units to overcome the intermittence of wind supply - might well be economic as fuel savers and competitive, particularly since, in contrast to diesel units, they do not require constant supervision and maintenance.

23. Most of the interest, however, centred on small machines for which many possible applications in the less developed areas were mentioned. It was indicated that the cost of power from small machines would obviously be higher than that from larger machines, but in the energy situations under consideration the relative height of power cost was of less importance. In many circumstances, even intermittent supply or only limited battery storage capacity could be tolerated. It was emphasized that the first few kilowatts introduced were the most important, not only in terms of their economic contribution but also in lightening the load of manual labour and improving the conditions of life of the rural population.

Solar energy

24. The solar energy sessions took up a major part of the Conference. In their variety they reflected the widespread efforts in this field as well as the numerous possible applications, several of which were considered to be of great importance for the less developed areas. The specialists were impressed with the need for the early application of solar energy to meet specific requirements, such as the production of power on a small scale, the manufacture of ice for food preservation, the distillation of water for drinking and the production of other items and services most applicable to the needs of the less developed areas.

25. In the industrialized countries, solar energy is likely to find application for such purposes as solar furnaces for research, solar power in space vehicles and water heating. But solar energy is likely to find its most important utilization in the less developed countries, according to the consensus of views expressed. Two main reasons were advanced: first, in the foreseeable future solar energy may be regarded mainly as a supplementary rather than as a competitive source of energy particularly suitable in areas lacking conventional energy, and second, the availability of solar energy is most favourable in the belt, between latitudes 40° North and 40° South, in which most of the under-developed countries are located.

26. Harnessing the low-intensity energy of the solar radiation calls for more efficient devices and a lowering of the costs of collectors. Since the energy-flux is low, a large collection area is required and the reflecting or flat-plate collector accounts for the bulk of the cost of the useful energy; hence an increased conversion efficiency reduces the area needed to obtain a given quantity of useful energy. Improved efficiency is in part dependent on the materials utilized and their properties as absorbing surfaces, transparent covers or reflecting surfaces; these are making rapid progress with the advance in materials technology. The efficiency of photovoltaic cells which convert sunlight directly to electricity, for example, has been increased a hundredfold during the past decade. The introduction of new materials, such as specially adapted transparent plastics and aluminized plastic reflecting surfaces has also contributed towards a reduction in the cost per area unit.

27. Most solar applications are now at the experimental or "pilot-plant" stage. In a few cases they have reached a commercial scale (as indicated below) but further efforts are necessary to bring them into widespread practical use under realistic operating conditions. Solar applications appear to hold the greatest promise in the form of relatively small units which can take advantage of the ubiquitous distribution of the energy and minimize transmission distribution costs.

28. The needs and possibilities for utilizing solar energy processes obviously have to be assessed in the context of the particular energy situations that prevail in the various regions of the world. Specific applications of particular importance and promise to the less developed countries include uses of solar energy for power production and for water heating, cooling and distillation.

29. The production of mechanical and electric power through solar heat engines has long been a goal. Some novel ideas presented in Rome, notably by Israeli scientists, included a small solar-powered electric generating plant in the two to ten kilowatt range which promises to be truly competitive in many locations; it incorporates a new turbine operating on organic vapour at unusually high efficiency, a novel type of balloon-like plastic mirror collector and a heat storage system allowing night operation at reduced load.

30. Converting solar energy directly to electricity by means of thermoelectric or photovoltaic devices is another approach receiving perhaps the greatest development efforts under the impetus of space research. The devices are expensive so that, except for very small loads such as those used in radio and other communications systems, the application will be very limited unless scientific and technological progress cuts the costs. There is reason to be optimistic: costs have been cut by about two-thirds in the past three years alone.

31. Possibly the most promising progress has been made in the development of thermoelectric generator systems, which are based on a temperature gradient creating an electric current. Small solar-powered generators may soon appear on the market for such purposes as water pumping in remote regions; moreover, in these small applications, the solar collector part of the unit may also be used for solar cooking and other purposes.

32. Considerable progress has been made with respect to the photovoltaic devices which convert sunlight or high energy photons directly to electricity. Silicon cell devices, for example, have found a large application in communication systems, in radios, in remote lighthouses and in a variety of applications where only a few watts are needed. This range includes spectacular use in space satellites as well as simple radio loudspeaker systems in remote villages. For photovoltaic devices to find extensive use in applications requiring kilowatts rather than watts, however, such as in pumping and in homes and small industries, there will have to be a very substantial reduction from the current cost of \$100,000 or more per kilowatt. Several proposals and experiments considered in the Conference may in fact go a long way towards bringing about such a development.

33. The possible applications of solar energy for purposes other than power generation are many. With the notable exception of solar water heating, most of them are still in the experimental and development stage and need further verification and advance through research in laboratories, pilot projects and larger-scale field trials in the areas where they are most likely to be used.

34. Refrigeration and other methods of food preservation by solar energy were revealed by the Conference proceedings as perhaps the most important possible applications outside the solar power field in the less developed areas. One of the most promising solutions would be the introduction of ice making with solar energy through small plants now available in prototype and shown to be capable of producing ice at reasonable cost.

35. Solar drying, the subject of another session, has been rather neglected despite its large traditional role in drying grains, fruits, vegetables, fish and other products. Large amounts of food and money could be saved by the introduction of modern adaptations to traditional techniques and equipment.

36. With respect to the production of fresh water through solar distillation of sea or brackish water, family size units for drinking water are well known, within reach and easily made locally at a cost of perhaps ten to thirty dollars per square metre producing about 1,500 to 2,000 litres per year. These small stills are of increasing importance and merit greater attention. Larger solar distillation units (exceeding, say, 50,000 litres a day) for urban areas, industry and irrigation are more questionable, since alternative and apparently cheaper methods of production exist.

37. Solar water heating is the widest current application yet established on a commercial basis. In Japan, annual sales are as high as 100,000 units, ranging in price from about \$6 up to much higher figures for more durable, complex units. The future for solar heaters is bright but it could be improved still further through standardization, simplification and cost reduction.

38. House heating with solar energy, which is of little importance in warm areas, is still in the experimental stage and not yet generally economically feasible. The prospects may, however, become brighter, particularly if heating can be successfully combined with air conditioning, and if heat storage can be improved to overcome the lack of coincidence between energy supply and need.

39. Solar cooker developments appear to have reached a point where practical application may be imminent. Workable cookers presented in the Conference appear technically capable of supplementing, to a substantial extent, the cooking needs of peoples in sunny climates. Reductions in equipment cost, currently about \$15, are a prerequisite to extensive utilization.

40. Solar furnaces (now up to 1,000 kilowatts) have unique qualities for high-temperature processing and research. In the view of the specialists their use will become more widespread and may compete with conventional furnaces in the processing of high-priced mineral and chemical products.

Problems of energy storage and combination of sources

41. There was a deep awareness at all sessions of the one big handicap of wind power and solar energy, namely the intermittence of supply. The problem centred on the need to overcome this limitation through energy storage and by

other means. For several applications, however, the specific timing of the supply is relatively unimportant, as in water pumping, and the energy can be utilized as it becomes available.

42. Research is needed to improve and substantially reduce the cost of storage of heat and power from solar and wind energy and to find new ways of overcoming the intermittence problem.

43. At present, the direct storage devices are limited in practice mainly to conventional storage batteries, which are useful for small loads but prohibitively expensive for large electric supplies, and to storage of low-temperature heat.

44. The intermittence problem can be solved also by combining different energy sources. Especially interesting for less developed areas are the proposals considered during the Conference for combining solar and wind energy and energy from other local sources, such as waste materials, into comprehensive schemes at the village level to meet the various energy needs.

Conclusions

45. Solar, wind and geothermal energy - as demonstrated in the Conference - promise to make a significant contribution to energy supply and economic growth, especially in the less developed countries.

46. The encouraging results of experiments and applications revealed by the Conference were noted by the Economic and Social Council when in July 1962 it invited the Secretary-General of the United Nations to arrange for widespread dissemination of the report on the Conference, to facilitate access to the papers presented to the Conference, and to present in early 1964 a progress report including an examination of methods of co-ordinating and facilitating research into the new sources of energy and their applications. In doing so, the Council took into account "the desirability, in view of the scarcity of capital in the developing countries, of making use of all sources of energy which are readily available, and especially of those sources of energy which can be utilized comparatively cheaply". Moreover, it noted the following implications derived from the proceedings of the Conference, namely: "(a) that scientific and technological research, including fundamental research, is essential to increasing the use and yield of these new sources of energy, as is adaptation of devices and field testing in conditions prevailing in the developing countries; (b) that there is room for much greater co-ordination of research activities and for more efficient utilization and expansion of the funds and technical manpower already going into solar research; (c) that more information is needed on the availability of solar, wind and geothermal energy, together with more complementary information on alternative energy sources and on the problems of energy storage and the use in combination of various energy sources; (d) that there is a need for standardization of measurements, instruments and equipment to facilitate the wider adoption of new energy utilization techniques; and (e) that if significant progress is to be made in application of new sources of energy, particularly solar energy and wind power, pilot centres and experimental stations must be established in less developed areas which lack available conventional sources of energy but have a wealth of wind or sunshine".^{4/}

^{4/} Resolution 885 (XXXIV) of 24 July 1962.



E/CONF.39/A/222

31 Oct.1962

ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.3.1.1

Italie

METHODES SOMMAIRES ET DETAILLEES,
EMPLOYÉES POUR L'EVALUATION
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES D'UN PAYS

Par le Professeur Dino TONINI,
Ingénieur,
Directeur du Bureau d'Etudes
de la Société Adriatique d'Electricité,
Venise

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

METHODES SOMMAIRES ET DETAILLEES EMPLOYEES POUR L'EVALUATION
DES RESSOURCES HYDRAULIQUES D'UN PAYS

1. - L'évaluation des ressources pour force motrice d'une région exige, pour chaque cours d'eau, des recherches détaillées, échelonnées dans le temps, basées sur différents facteurs naturels, (hydrologiques, morphologiques, géologiques etc.) techniques et économiques qui conditionnent ce complexe problème. Les facteurs techniques et économiques peuvent être l'objet de différentes interprétations tenant aux caractéristiques naturelles de chaque pays (présence ou absence d'autres sources d'énergie et leur degré d'utilisation), à ses caractéristiques sociales et économiques (développement industriel par rapport au développement agricole, niveau général du train de vie des habitants etc.).

Encore ces facteurs évoluent-ils sans cesse (développement de la technique, d'un côté, ce qui comporte des coûts de production moins élevés et des possibilités ultérieures d'absorption du marché) même vers des prix plus élevés d'un autre côté, les rapports réciproques variant d'une manière qu'on ne saurait toujours prévoir.

Il s'ensuit que, tout en partant de prémisses communes on aboutit, pour les pays qui effectuent ce type de recherches, à des résultats qui ont souvent une signification bien différente, qu'on ne saurait utilement comparer et qui, par conséquent ne peuvent fournir la base nécessaire pour cette politique énergétique interrégionale qui est dans les vœux de tous.

Les remarques qu'on vient d'exposer et le fait que l'on ne tient généralement pas compte, dans l'évaluation des sources d'énergie accumulée (charbon, pétrole, produits par fixation etc.) des facteurs techniques et économiques contingents, nous amènent à penser que, même dans le domaine des ressources pour force motrice, il est opportun d'entreprendre d'abord des évaluations "théoriques" destinées à former la base des évaluations techniques et économiques successives.

En effet les évaluations théoriques ne subissent aucune des variations amenées par le temps du moment que les perfectionnements qui ac-

compagnent une connaissance incessamment approfondie des facteurs naturels dont l'interprétation est univoque et certaine à la fois, sont limitées; encore cette invariabilité n'est-elle pas le propre des éléments techniques et économiques. Les évaluations théoriques d'élaboration, généralement assez facile et immédiate, permettent encore d'obtenir des rapports significatifs avec les évaluations correspondantes des ressources techniquement et économiquement possibles. On finit donc par disposer de quelques valeurs indice présentant un intérêt remarquable, susceptibles de démontrer la crédibilité et la qualité des évaluations des ressources hydrauliques réelles des pays dont nous avons dressé des cadastres détaillés et de donner une idée suffisamment précise des ressources effectives des pays dont on ne possède que des évaluations théoriques.

Une évaluation théorique des ressources pour force motrice très répandue est celle qui se base sur la puissance brute W disponible le long du cours principal et des cours secondaires d'un fleuve (puissance intrinsèque technique et linéaire ou de cours) qu'on désigne improprement, en l'appliquant à de vastes régions sous le nom de potentiel intrinsèque, théorique, linéaire. Ce potentiel pour des débits Q_A ; Q_B (valeurs moyennes résultant d'une longue période d'observation) en correspondance de la section de prise et de restitution respectivement aux cotes H_A et H_B (pour des débits en m^3/s et des cotes en m sur le niveau de la mer) est exprimé conventionnellement en kW par la

$$W = 9,81 \frac{Q_A + Q_B}{2} (H_A - H_B) \quad (1)$$

Les valeurs des débits adoptées par les annuaires statistiques de la Conférence Mondiale de l'Energie (W.P.C.) d'après les suggestions du Comité Electrotechnique International (1) sont : le débit Q_{95} disponible pendant le 95% du temps; le débit Q_{50} disponible pendant le 50% du temps; (débit sémi-permanent); le débit $\bar{Q}$ moyen de la période et, pour les installations existantes, le débit Q' moyen des débits prélevables de l'installation pour un débit maximum Q' . On envisage même

(1) Statistical Year Book of the World Power Conference, on behalf of Central Office of the W.P.C. - Vol. I (1933-1934); Vol. II (1934-1935); Vol. III (1935-1936); Vol. IV (1936-1946); Vol. V (1946-1948); Vol. VI (1948-1950); Vol. VII (1950-1952); Vol. VIII (1952-1954); Vol. IX (1954-1957).

le débit Q_{25} disponible pendant le 25% du temps.

La 1) donne lieu aux représentations graphiques en dents de scie bien connues où sont indiqués en abscisses les débits du même type: Q_{95} ; Q_{50} ; Q_5 etc. disponibles aux différentes sections de prise et de restitution et, par des ordonnées, les cotes sur le niveau de la mer des sections susdites. Les diagrammes qui en résultent, appelés aussi diagrammes hydrodynamiques, consentent d'obtenir immédiatement, pour les différentes combinaisons possibles du cours principal avec ou sans les affluents et avec des utilisations seulement partielles, le potentiel brut de ligne entre la source du cours d'eau et n'importe quelle cote, en considérant l'aire située au-dessus de l'horizontale passant par le point correspondant à la cote fixée d'avance ou le potentiel brut de ligne compris entre deux cotes quelconques en considérant, à son tour, l'aire comprise entre les horizontales passant par les points représentant les deux cotes mêmes.

La méthode qu'on vient d'illustrer présuppose l'existence d'une certaine schématisation des aménagements possibles, conçue en tenant compte des valeurs minimum de la puissance possible, du fractionnement de la chute totale disponible et surtout de l'ordre des cours secondaires susceptibles d'être utilisés, avec des résultats qui ne sont pas toujours indépendants de cette schématisation.

Dans la pratique cependant, les divergences ne dépassent pas les limites consenties pour ce type de recherches.

2. - Le potentiel brut linéaire est transformé, à travers des coefficients de rendement appropriés (0,70 + 0,80) dans le potentiel intrinsèque net, utile linéaire ou de cours qui devrait fournir une valeur assez fondée sur les ressources hydroélectriques techniquement possibles. Les réserves qu'on a avancées pour le potentiel théorique sont d'autant plus valables pour le potentiel utile dont les résultats doivent être considérés comme des valeurs limitées plutôt que comme des valeurs probables.

Il est aussi opportun de souligner que, une évaluation en énergie moyenne annuelle des ressources hydroélectriques, apparaît, sous certains aspects, préférable à l'évaluation en puissance, en raison de l'importance différente qu'a l'utilisation de cette dernière sur la

détermination de l'énergie disponible qui est, en définitive, la donnée qui intéresse davantage. La 1) est alors remplacée en exprimant l'énergie E en GWh par la

$$E = \frac{1}{367} \frac{D_A + D_B}{2} (H_A - H_B) \quad (2)$$

où D_A et D_B sont les écoulements moyens annuels (en hm^3) correspondant aux débits Q_A et Q_B pour lesquels on peut envisager d'abord, pour des aménagements sans réservoir, les valeurs $D(Q_{95})$ écoulement moyen annuel Q_{95} pour des aménagements prévus pour un débit maximum prélevable Q_{95} ; $D(Q_{50})$ (écoulement moyen annuel pour des aménagements prévus pour un débit maximum prélevable Q_{50}); $D(\bar{Q})$ (écoulement moyen annuel pour des aménagements prévus pour un débit maximum prélevable $\bar{Q}$); $D(Q')$ (écoulement moyen annuel dans les aménagements existants prévus pour un débit maximum prélevable Q'); $D(Q_{25})$ (écoulement moyen annuel pour des aménagements prévus pour un débit maximum prélevable Q_{25}) et enfin $\bar{D}$ (écoulement moyen annuel total pour des débits égaux ou inférieurs à Q_{max} , pour des aménagements simplement indicatifs prévus pour un débit maximum prélevable Q_{max}).

Les différentes valeurs de Q_{95} ; $D(Q_{95})$; Q_{50} ; $D(Q_{50})$ etc. tiennent aux caractéristiques hydrologiques du cours d'eau, synthétisées par les courbes de durée respectives et caractéristiques de l'utilisation.

3. - Si l'on considère, d'une manière tout-à-fait générale, un bassin hydrographique quelconque, délimité de quelque manière que ce soit par une superficie ayant une aire S (exprimée en km^2) situé à une altitude moyenne sur le niveau de la mer (ou par rapport à n'importe quel autre repère) H_s (exprimé en m) dont la contribution moyenne spécifique serait $\bar{q}_s$ (en m^3/s), le potentiel intrinsèque brut de superficie est défini par W exprimé comme avant en kW, par la :

$$W = 9,81 \bar{q}_s S H_s \quad (3)$$

qui présente pratiquement l'avantage, par rapport à la 1), d'être indépendante vis-à-vis de l'ordre des cours fluviaux envisagés et d'avoir toutes les valeurs rapportées à une seule base ce qui assume une grande facilité d'élaborations et de confrontations immédiates et la possibilité de tracer des lignes isopotentielles etc.

Si, même en ce cas, on se rapporte à l'énergie électrique E (exprimée en GWh) on a alors la :

$$E = \frac{\bar{d}_s^3}{367} H_s \quad (4)$$

où $\bar{d}_s$ représente l'écoulement spécifique annuel (exprimé en hm^3). La 4) définit par conséquent l'énergie hydroélectrique potentielle théoriquement possible appelée communément, bien qu'improprement, potentiel énergétique théorique (ou brut) de superficie. Elle représente l'énergie totale dissipée par les écoulements d'un bassin hydrographique le long de leur parcours jusqu'à la mer. On suppose, à cet égard, que les écoulements des différents bassins hydrographiques partiels se trouvent concentrés dans le point correspondant à l'altitude moyenne du bassin même et qu'ils soient théoriquement utilisables jusqu'au niveau de la mer, abstraction faite des possibilités réelles (techniques et économiques) d'utilisation, de réglément, de rendement, etc.

Le calcul du potentiel hydroélectrique ainsi défini, ne demande que la détermination de l'altitude moyenne des bassins examinés et de l'entité des écoulements correspondant à la période et à la durée envisagées. Généralement on prend en considération l'écoulement moyen annuel $\bar{D}$ du moment que les passages sont immédiats et les courbes de durée sont connues. Les valeurs obtenues par la 4) ont une signification géophysique précise du moment qu'elles représentent le cours des écoulements déviés par les isohyètes; la réduction qu'on fait parfois (à travers des coefficients de rendement) du potentiel de superficie brut en potentiel net, n'a pourtant aucune signification.

La 4) ne saurait, par contre, être employée pour des confrontations entre les potentiels de régions différentes et les potentiels d'une même région pour des époques différentes, confrontations qui sont rendues plus faciles par les courbes isopotentiellles pour les valeurs absolues (GWh) ou mieux pour les valeurs spécifiques (GWh/km^2).

4. - La détermination du potentiel brut ne représente qu'un premier pas vers la détermination des ressources hydroélectriques réelles d'un pays, à propos desquelles on a l'habitude de distinguer un potentiel techniquement possible d'avec un potentiel économiquement convenable. Il n'y a pas de commentaires particuliers à faire sur ces définitions; on peut

toutefois souligner le fait que, grâce aux progrès atteints de nos jours dans le domaine de la technique, le potentiel techniquement possible, présente, dans le cours du temps des variations modestes qui peuvent être comprises dans l'ordre d'approximation de la recherche, alors que le potentiel économiquement convenable, à cause de la conjoncture énergétique de chaque pays, fonction non seulement des autres ressources disponibles mais aussi du degré d'industrialisation, qu'on y a atteint et du cours des marchés, présente avec le temps, des variations même remarquables. Cela fait que, dans les évaluations qui, à cause de leurs caractères particuliers ne sauraient avoir une rapide élaboration, on se rapporte à un potentiel intermédiaire entre les deux potentiels cités, le potentiel techniquement et économiquement utilisable dont on ne peut fournir une définition exacte mais qui tend à devenir, avec le temps, le potentiel techniquement possible.

Le potentiel utilisable ne peut certainement pas être évalué d'une manière presque automatique comme il arrive pour le potentiel brut de superficie, mais il est déduit moyennant les élaborations spécifiques exécutées sur place.

Toutefois, du moment qu'on peut supposer qu'il existe, entre le potentiel brut de superficie et le potentiel utilisable, de bonnes corrélations, on a entrepris, pour les régions dont on connaît les deux valeurs, des recherches statistiques qui ont confirmé ces corrélations mêmes et qui ont permis d'aboutir à la conclusion satisfaisante que le potentiel utilisable est, généralement, compris entre le 20% + 30% environ du potentiel brut suivant le degré de régularité des cours d'eau et la morphologie du terrain. Ce pourcentage est, en définitive, la pierre de touche qu'on cherchait pour l'évaluation des différents cadastres nationaux des ressources hydroélectriques; d'autres recherches sont poursuivies maintenant sur les facteurs qui peuvent le déterminer. C'est pour cela que le Comité de l'énergie électrique de l'E.C.E. de Genève ⁽¹⁾ a entrepris depuis quelques années la publication de la carte du potentiel brut de superficie spécifique (GWh/km^2) dont on pense qu'elle peut être considérée comme un exemple intéressant de recherches dans ce domaine.

(1) - E.C.E. - Comité de l'énergie électrique: Répartition géographique du potentiel hydroélectrique brut des eaux de surface en Europe - Genève, 1961.



E/CONF.39/A/223

31 Oct.1962

ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.3.3.1

Italie

LA PROSPECTION DES EAUX SOUTERRAINES :
APPLICATION DES TECHNIQUES SPECIALES

Par Roberto DENTICE DI ACCADIA,
Ingénieur Hydraulicien,
Chef de la Section Hydrogéologique
à la "Caisse du Midi"

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.
2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.
3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.
4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

LA PROSPECTION DES EAUX SOUTERRAINES: APPLICATION DES TECHNIQUES SPECIALES

par

Roberto DENTICE DI ACCADIA - Ingénieur hydraulicien -
Chef de la Section Hydrogéologique à la "CAISSE DU MIDI"

1) Avant-Propos

L'activité de la "Caisse du Midi" destinée à promouvoir en Italie le progrès économique et social des régions sous-développées du Midi et des Îles a couvert une vaste gamme de secteurs parmi lesquels la recherche des ressources hydrologiques du sous-sol: la disponibilité en eau est en effet un facteur fondamental qui conditionne la mise en application des programmes d'irrigation, d'approvisionnement en eau potable et de transformation industrielle.

Cette recherche a été menée suivant un plan organique et systématique et a donné des résultats positifs.

L'ampleur des travaux effectués (près de 3 milliards d'hectares ont été étudiés pour un coût total d'environ 3 milliards de lires) et l'emploi des moyens les plus modernes de la technique ont permis d'acquérir une expérience très étendue dans ce domaine spécialisé: tant en ce qui concerne les critères suivant lesquels doivent être affrontés les études, que l'emploi des appareillages les plus appropriés.

Nombreuses sont les innovations apportées par la technique moderne de la prospection des eaux souterraines, de l'emploi des photographies aériennes et celui des prospections géo-électriques et géo-sismiques jusqu'à la technologie de la perforation et des installations de pompage.

On a pensé utile dans cette note d'examiner d'une manière schématique la technique des prospections géophysiques. En effet, la fréquente utilisation de cette technique dans les recherches de la Caisse et son emploi en des situations géologiques fort diverses nous a permis d'établir un cadre général de ses possibilités d'application.

2) La technique géophysique et ses limites

La géophysique est un outil remarquable à la disposition de l'hydrogéologue mais cet outil doit être employé avec discernement et ne constitue pas une panacée universelle.

Disons tout de suite que sauf dans le cas de certaines nappes superficielles, comme on le verra par la suite, la géophysique n'est généralement

pas en mesure de déceler directement la présence de l'eau souterraine et encore moins de chiffrer le débit des nappes et d'en indiquer les caractéristiques chimiques.

L'objet essentiel de la géophysique est de déterminer la nature et la structure du sous-sol à partir de mesures d'une grandeur physique (résistivité, élasticité, densité), effectuées en surface (*).

Une fois connue l'allure des différentes couches perméables et imperméables on en déduit, dans le cas de régions totalement inexplorées, la ou les zones structurellement les plus favorables à l'existence d'une nappe souterraine (ainsi que la profondeur de la ou des couches perméables pouvant être aquifères). Dans les régions où les nappes ont déjà été reconnues par puits ou forages l'allure des couches perméables déterminée par géophysique permettra de reconnaître l'extension horizontale et verticale des nappes. Il sera même possible dans le cas de terrains perméables en petit (alluvions, sables, calcaires coquilliers etc.) de chiffrer le volume du milieu aquifère et d'en déduire un ordre de grandeur des réserves existantes.

La prospection géophysique apparaît donc comme un prolongement de l'étude géologique en fonction de laquelle elle est effectuée. Il convient d'insister sur ce point fondamental que l'on tend parfois à perdre de vue. On ne fait pas de la géophysique pour chercher de l'eau. On fait de la géophysique pour éclairer et préciser une situation géologique qui paraît favorable à la présence de l'eau souterraine. Il convient donc, avant toute prospection, de définir nettement les conditions géologiques de la zone et le problème à résoudre.

On peut remarquer que les renseignements demandés à la géophysique sont identiques à ceux que fournirait une campagne de forages. Quand les conditions géologiques permettent son utilisation, l'avantage de la méthode, par rapport aux forages, est sa rapidité et son prix de revient extrêmement bas. On ne peut songer la plupart du temps à couvrir une région d'un réseau serré de forages de reconnaissance que la géophysique économisera, permettant de passer souvent directement à la phase des forages d'exploitation. Le défaut de la méthode est par contre souvent son manque de précision. Dans les déterminations structurales, qui forment l'essentiel des applications, on ne peut compter en effet, sauf cas particulier, sur une approximation de plus de 10%.

Dans le cas de nappes alluviales les mesures de résistivité permettent encore de déterminer la valeur de la porosité et de suivre les variations de perméabilité des alluvions. Précisons que la porosité qui peut être déterminée à partir de la résistivité du terrain et de la résistivité de l'eau d'imbibition est la "porosité totale" du milieu et que l'on ne peut malheureusement pas préciser la valeur plus intéressante de la seule "porosité utile" (pourcentage en volume des vides communicants).

Les variations de perméabilité des alluvions sont en étroite dépendance avec la proportion d'argiles qu'elle contiennent. Les argiles étant électrique ment conductrices, on conçoit qu'une alluvion sera d'autant plus conductrice que sa perméabilité sera plus faible.

(*) - Nous n'exposerons pas ici en détail le principe des méthodes utilisées (prospection électrique, sismique, gravimétrique, magnétique) que nous supposons connus.

Précisons enfin que l'étude par résistivité de la porosité et de la perméabilité des alluvions n'a de sens que si l'on s'adresse aux seules alluvions total ment imbibées. La résistivité varie en effet dans de très larges limites suivant l'imbibition du terrain.

La présence de l'eau souterraine pourrait donc théoriquement être décelée par la variation de la résistivité des terrains (un terrain imbibé est beaucoup plus conducteur qu'un terrain sec) ou encore par la variation de leur élasticité (la vitesse des ondes sismiques est plus élevée dans les alluvions imbibées). On conçoit toutefois que la variation de résistivité ou élasticité soit très difficilement décelable dans les terrains perméables par fissuration (calcaires, grés, laves, roches cristallines et métamorphiques), si on considère le volume extrêmement réduit de la zone fissurée par rapport au volume total du terrain intéressé par les mesures.

Au contraire dans les terrains perméables en petit (alluvions, sables, certains grés et calcaires coquilliers) affleurant, la présence d'une nappe pourra être caractérisée - à condition toutefois que les terrains soient homogènes et que la tranche imbibée soit d'épaisseur au moins aussi grande que les terrains secs. La mise en évidence de la nappe dans tels terrains est malgré tout d'intérêt réduit, car l'existence des eaux phréatiques est très généralement connue et ce que l'on demande à la géophysique dans ce cas, c'est de déterminer les zones où la nappe est plus puissante et non la présence déjà connue de cette nappe.

Quand ces niveaux perméables sont situés à grande profondeur, il sera généralement très difficile de déterminer s'ils sont ou non aquifères. Car s'ils sont minces (par rapport à leur profondeur), il sera difficile de les mettre eux-mêmes en évidence (leur présence se marquera seulement par une modification de la résistivité ou de la vitesse moyenne de la série qui les contient). S'ils sont suffisamment épais pour que les mesures géophysiques les perçoivent, il n'est que rarement possible d'évaluer leur résistivité ou leur élasticité (il conviendrait pour cela que leur épaisseur soit extrêmement grande par rapport à celle des terrains encaissants) et difficile donc de préciser leur état d'imbibition.

Enfin il est un domaine où la prospection électrique est susceptible de fournir d'importants renseignements. C'est celui des invasions salées dans les zones littorales ou en bordure de lacs salés.

En effet, la résistivité d'un terrain étant fonction de la résistivité de son eau d'imbibition, on comprend qu'un terrain imbibé d'eau salée sera beaucoup plus conducteur qu'un terrain imbibé d'eau douce. On pourra alors déterminer par sondage électrique l'allure du contact eau douce - eau salée dont la connaissance est extrêmement importante aux fins d'utilisation de la réserve d'eau douce.

3) Les méthodes géophysiques employées

a) Le sondage électrique vertical se présente comme la méthode fondamentale dans la prospection pour recherches hydrologiques. Cette méthode, qui est de mise en œuvre rapide et de coût relativement peu élevé par rapport aux

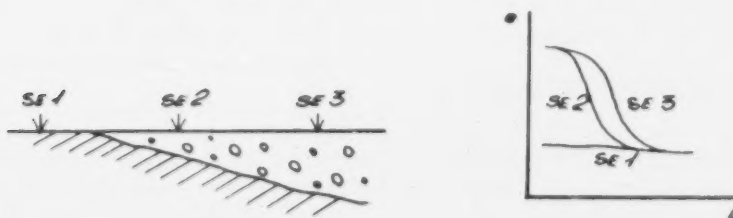
autres méthodes, s'adapte à la plupart des situations géologiques. En effet les terrains sédimentaires perméables (alluvions, sables, calcaires, grés, travertins, gypses) sont en général électriquement résistants tandis que les terrains sédimentaires imperméables (argiles, marnes, sables argileux) sont électriquement conducteurs et il est donc possible de les différencier. Les terrains volcaniques perméables (laves, tufs compacts, pouzzolanes et brèches) sont également résistants et se distinguent bien des tufs argileux et des argiles conductrices.

Le tableau ci-dessous donne une idée de l'échelle des valeurs de résistivité les plus fréquemment rencontrées dans le Midi de l'Italie.

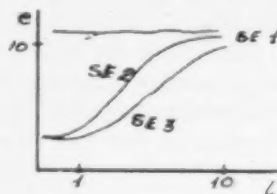
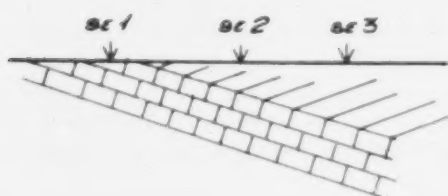
Formations lithologiques	Résistivité en OHM. M.
Alluvions sèches	50 - 1000 selon le contenu en argiles
Alluvions imbibées d'eau douce	20 - 300
Alluvions imbibées d'eau salée	moins de 5
Laves basaltiques récentes	1000
Laves antiques et pouzzolanes	30 - 500
Tufs et brèches	10 - 50
Grés, calcarenite, tufs calcaires	30 - 200
Argiles et sables alternés (Calabrien)	20 - 100
Argiles et marnes (Miocene et Pliocene)	1 - 10
Argiles écailleuses	3 - 20
Série sulfifère	20 - 100
Calcaires miocènes	50 - 1000
Calcaires secondaires	100 - 1500
Formations cristallines métamorphiques	80 - 500

Nous mentionnerons certaines situations très répandues dans les recherches effectuées, qui constituent un classique exemple d'application de la méthode des sondages électriques verticaux.

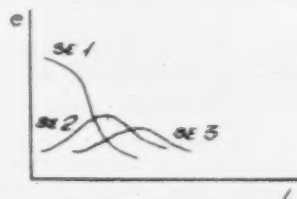
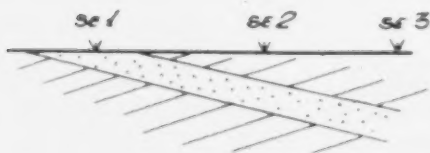
I cas: superposition d'un terrain perméable résistant sur un terrain imperméable conducteur; dans ce cas l'analyse des courbes de résistivité permet de déterminer l'épaisseur du terrain perméable et de mettre en évidence l'allure de la surface de contact entre les 2 terrains, donc de déterminer les zones d'accumulation des eaux souterraines.



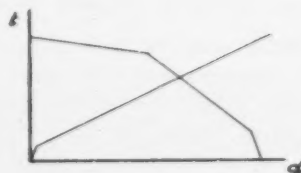
II cas: couverture imperméable conductrice reposant sur un substratum perméable résistant; dans ce cas l'analyse des courbes de résistivité permet de déterminer la profondeur du toit du substratum perméable.



III cas: Formation perméable résistante comprise entre 2 couches imperméables conductrices; dans ce cas l'analyse des courbes de résistivité permet de déterminer la profondeur et l'épaisseur de la formation perméable.



b) La méthode sismique Réfraction (étude de la réfraction dans le sous-sol des ondes élastiques produites par une explosion) se substitue au sondage électrique lorsque le substratum des terrains perméables est rocheux (alluvions sur calcaires, sur grès compacts, sur granite, sur laves etc.). La vitesse de propagation des ondes sismiques dans un terrain incohérent, comme les alluvions, et dans le rocher, est en effet très différente alors que la résistivité des deux terrains est voisine.



c) La méthode sismique Réflexion (étude des réflexions dans le sous-sol des ondes élastiques produites par une explosion) permet de préciser la tectonique des bassins sédimentaires profonds où alternent bancs durs et bancs tendres (série argilo-sableuse, argilo-gréseuse, alternance calcaires - marnes). Son champ d'application en hydrologie est son coût est très élevé.

d) Les méthodes magnétique et gravimétrique (étude des anomalies du champ magnétique terrestre et de la pesanteur) sont des méthodes de grande reconnaissance qui permettent de déterminer la structure d'ensemble d'une région, mais ne peuvent prétendre à aucun détail en hydrologie. Dans les régions dont la géologie régionale est déjà bien connue, comme l'Italie, elles n'ont pratiquement aucun emploi. Ces méthodes peuvent au contraire être appliquées en pays neufs où la structure souterraine est totalement inconnue pour dégrossir les problèmes.

e) Enfin il convient de signaler l'emploi de la méthode du Carottage électrique dans les forages. Cette méthode permet de déterminer l'emplacement des niveaux aquifères (qui ne sont pas toujours évidents lorsque l'on fore au rotary) et de calculer l'ordre de grandeur de leur porosité. Elle s'applique essentiellement aux séries argilo-sableuses. Elle n'est que de faible intérêt pour les terrains alluvionaux.

3) Les diverses situations hydrologiques et leur possibilité d'étude par géophysique.

Nous passerons rapidement en revue, à la lumière des données précédentes, les diverses situations géologiques favorables, médiocrement favorables et défavorables à l'emploi de la géophysique.

1) Situations favorables

D'une manière générale toutes les nappes alluviales sont d'étude aisée par géophysique. Celle-ci permet de déterminer l'épaisseur approximative des terrains perméables, de reconnaître les dépressions de leur substratum où les eaux sont susceptibles d'être drainées et emmagasinées et d'évaluer le volume du réservoir ainsi constitué. Les variations de perméabilité des alluvions provoquées par leur plus ou moins grande proportion en argiles, peuvent également être caractérisées par la plus ou moins grande résistivité de ces alluvions.

En Italie les vallées alluviales et les plaines côtières de Calabre, Sicile et des Abruzzes ont été ainsi systématiquement étudiées par la "Caisse du Midi" avec des résultats satisfaisants. Dans les mêmes régions on a étudié les nappes contenues dans les calcaires gréseux du Plio-quaternaire (ou dans les travertins) reposant sur les argiles pliocènes ou miocènes.

- Les vallées fossiles creusées dans les terrains argilo-marneux et situées au mur des laves basaltiques (en Italie, Latium, Campanie, Sicile) sont aisément mises en évidence par prospection électrique. Ces vallées continuent à drainer les eaux souterraines et leur connaissance est du plus grand intérêt.

- La géophysique permet encore de déterminer la profondeur et l'allure d'une série perméable (calcaires, grès, alluvions anciennes, laves etc.) sous un recouvrement imperméable d'argiles ou de marnes et de préciser les accidents tectoniques qui affectent ces terrains.

En Italie on a ainsi étudié l'allure des calcaires secondaires perméables de Sicile et des Pouilles sous une couverture de flysch argileux.

- Enfin dans les zones côtières l'allure du biseau salé peut facilement être reconnue comme cela a été fait en Italie méridionale et spécialement en Calabre.

ii) Situations médiocrement favorables

C'est le cas d'un niveau perméable mince (alluvions anciennes, niveau sableux, gréseux ou calcaire) intercalé dans une série imperméable (argiles - marnes). Si la profondeur de ce niveau n'est pas trop importante par rapport à son épaisseur on pourra en déterminer le toit et le mur, à condition que l'on dispose de forages qui permettent un étalonnage des mesures. S'il existe une série de niveaux perméables et imperméables alternés (série argilo-sableuse) on ne pourra déterminer que l'allure d'ensemble de la série par rapport aux formations encaissantes.

Les zones d'altération et les fissures des roches granitiques et métamorphiques (voir volcanisation dans le cas de laves acides) qui conditionnent l'hydrologie de ces roches ne seront mises en évidence que dans certaines limites.

iii) Situations défavorables - Une première situation franchement défavorable est celle d'une série calcaire ou dolomitique affleurante à hydrologie karstique: ni les cavités, ni les failles ne peuvent en général être reconnues par géophysique et différents essais à ce propos ont été négatifs. On conçoit d'ailleurs que des cavités de faible dimension par rapport au volume total intéressé par les mesures ne peuvent être mises en évidence.

- Lorsque les niveaux perméables intercalés dans une série imperméable (envisagés précédemment) ont des dimensions réduites par rapport à leur profondeur ils ne pourront être déterminés.

- Enfin il peut arriver que les terrains perméables et imperméables présentent des caractéristiques électriques ou élastiques semblables. Il ne sera alors plus possible de les différencier. Nous citerons le cas de marnes ou argiles et de sables ou alluvions à eau chargée en sel, celui de bancs alternativement perméables et imperméables etc.

4) Conclusions

On peut sans aucun doute considérer actuellement la technique géophysique comme un instrument valable dans le domaine des recherches hydrologiques du sous-sol, à condition qu'elle soit employée dans des situations géologiques adéquates comme cela a été illustré dans le paragraphe précédent.

Outre les limitations envisagées dans ce paragraphe il nous paraît utile de rappeler certaines conditions fondamentales qui doivent obligatoirement être réunies pour la bonne réussite des campagnes géophysiques.

a) Les études géophysiques doivent absolument être précédées d'une étude géologique préliminaire; reconnaissance directe des formations superficielles et prévisions de l'allure générale des formations profondes. Cette étude permettra de définir le problème à traiter en géophysique.

b) Il est très important également de disposer de cartes topographiques complètes avant d'entreprendre une prospection. Cette question comme celle des observations météorologiques et hydrographiques est particulièrement actuelle pour les pays sous-développés. Elle conditionne toute la recherche d'eau: il est en effet essentiel de disposer de points cotés avec une bonne approximation non seulement pour l'établissement des coupes de terrain déduites de la géophysique, mais également pour les déterminations hydrologiques successives (en particulier pour l'allure du niveau statique).

c) Enfin on souligne la nécessité qu'il y a à faire appel pour les travaux géophysiques, à des organisations hautement qualifiées tant en ce qui concerne la phase des opérations de campagne que la phase de l'interprétation des mesures et l'élaboration des résultats. La technique en question ne nécessitant pas en effet d'immobilisation élevée de capital et n'étant pas, au point de vue expérimental d'application difficile, peut spécialement dans la conjoncture actuelle favorable au développement de ce type d'étude, devenir l'objet de nombreuses et optimistes improvisations. Dans ce cas venant à manquer la part de l'expérience qui est certainement fondamentale dans le complexe travail de corrélation entre données expérimentales et réalité structurale: l'application de la géophysique basée au départ, comme on l'a vu, sur un critère d'économie, se résoudrait dans une intervention négative à tous points de vue.

1481 F - Nov. 1962 - 1,000